

**Aus dem Medizinischen Zentrum für Operative Medizin
Klinik für Orthopädie
Geschäftsführende Direktorin: Univ.-Prof. Dr. S. Fuchs-Winkelmann**

des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg

**in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH,
Standort Marburg**

Langzeituntersuchung von Pfannendachrekonstruktionen mittels massiver autologer und homologer Knochentransplantate im Rahmen der Hüftendoprothetik

**Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin
dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von**

**Viktoria Schönfeld
aus Bonyhád / Ungarn**

Marburg 2008

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg
am 09.10.2008.

Gedruckt mit freundlicher Genehmigung des Fachbereiches.

Dekan: Prof. Dr. M. Rothmund

Referent: PD Dr. U. Boudriot

Co-Referent: Prof. Dr. P. Schuler

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG.....	6
1.1 Einführung in das Problem	6
1.2 Die Bedeutung des knöchernen Substanzdefektes	8
1.3 Geschichtlicher Überblick	12
1.4 Die Implantatlockerung	16
1.5 Die Pfannendachrekonstruktion mit Knochentransplantaten	19
1.6 Zielsetzung der Studie	20
2. MATERIAL UND METHODEN.....	22
2.1 Allgemeines	22
2.2 Klinische Auswertung	22
2.2.1 Nachuntersuchungszeiträume	22
2.2.2 Geschlecht, Körpergewicht, Körpergröße und Body-Mass-Index	23
2.2.3 Operationsalter	23
2.2.4 Seitenlokalisation	23
2.2.5 Ätiologie.....	23
2.2.6 Kontralaterales Hüftgelenk	23
2.2.7 Voroperationen	24
2.2.8 Risikofaktoren	24
2.2.9 Score nach Merle d'Aubigné	24
2.2.11 Pfannentyp und Kopfgröße.....	25
2.2.12 Ursache eines TEP-Wechsels	25
2.2.13 Art des Knochentransplantates	25
2.2.14 Frühkomplikationen	25
2.2.15 Nachuntersuchung	25
2.2.16 Fragebogen	26
2.3 Radiologische Auswertung	26
2.3.1 Allgemeines.....	26
2.3.2 Beckenmaße	27
2.3.3 Pfanneninklinationswinkel.....	27
2.3.4 Drehzentrum	27
2.3.5 Größe des Transplantates	28
2.3.6 Demarkation.....	29
2.3.7 Ektopische Ossifikationen	29
2.3.8 Dezentrierung.....	30
2.4 Überlebenszeiten der Prothesen	30
2.5 Revisionen	30
2.6 Datenanalyse	30
2.6.1 Angewandte statistische Verfahren.....	30

3. ERGEBNISSE.....	32
3.1 Klinische Ergebnisse	32
3.1.1 Nachuntersuchung	32
3.1.2 Geschlecht	33
3.1.3 Körpergewicht, Körpergröße und Body-Mass-Index	33
3.1.4 Operationsalter	34
3.1.5 Seitenlokalisation	37
3.1.6 Ätiologie.....	37
3.1.7 Kontralaterales Hüftgelenk	37
3.1.8 Voroperationen	38
3.1.9 Risikofaktoren	38
3.1.10 Score nach Merle d'Aubigné	39
3.1.10.1 Beweglichkeit des Hüftgelenkes	39
3.1.10.1.1 Flexion-Extension	40
3.1.10.1.2 Innenrotation-Außenrotation	41
3.1.10.1.3 Abduktion-Adduktion	41
3.1.10.2 Hüftschmerzen	42
3.1.10.3 Gang	42
3.1.10.4 Gesamtscore.....	42
3.1.11 Beinlängendifferenz.....	43
3.1.12 Pfannentyp und Kopfgröße.....	44
3.1.13 Ursache eines TEP-Wechsels	45
3.1.14 Art des Knochentransplantates	45
3.1.15 Frühkomplikationen	45
3.1.16 Spätkomplikationen.....	47
3.1.17 Behinderung der Gelenkfunktion	48
3.1.18 Schafftrevisionen	48
3.2 Radiologische Auswertung	49
3.2.1 Beckenmaße	49
3.2.2 Pfanneninkinationswinkel.....	49
3.2.3 Drehzentrum	50
3.2.4 Größe des Transplantates	53
3.2.5 Demarkation.....	54
3.2.6 Ektopische Ossifikationen	55
3.2.7 Dezentrierung.....	56
3.3 Überlebenszeiten der Prothesen	56
3.3.1 Zustand der Prothesen für das jeweilige postoperative Jahr	56
3.3.2 Kaplan-Meier-Überlebenskurven	59
3.4 Revisionen	60
3.4.1 Allgemeines.....	60
3.4.2 Überlebenszeiten	61
3.4.3 Revisionsursachen.....	62
3.4.4 Ätiologie der TEP-Implantation bei den revidierten Endoprothesen	62
3.4.5 Art des Transplantates bei den revidierten Endoprothesen	63
3.4.6 Größe des Transplantates bei den revidierten Endoprothesen	63
3.4.7 Pfanneninkinationswinkel bei den revidierten Endoprothesen	64
3.4.8 Drehzentrum bei den revidierten Endoprothesen	64
4. DISKUSSION	67
4.1 Methodenkritik	67
4.1.1 Retrospektive Studie.....	67
4.1.2 Patientenkollektiv	68
4.1.2.1 Geschlecht	69
4.1.2.2 Operationsalter	69

4.1.2.3 Revisionsursachen	70
4.1.2.4 Körpergröße und Körpergewicht	71
4.1.2.5 Ausschlusskriterien	71
4.1.3 Klinischer Score	72
4.1.4 Bestimmung des Drehzentrums	73
4.1.5 Diagnostik der Implantatlockerung	75
4.2 Diskussion der Ergebnisse	76
4.2.1 Allgemeines	76
4.2.2 Art des Transplantates und Ätiologie des ursprünglichen Eingriffs	77
4.2.3 Position des Drehzentrums	79
4.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse	81
4.3 Vergleich mit anderen Studien	82
4.3.1 Dysplasie	82
4.3.2 Revisionen	84
4.3.2.1 Einteilung der Pfannendefekte	84
4.3.2.2 Ergebnisse bei Wechseloperationen	85
4.3.2.3 Alternative Methoden	87
4.3.2.3.1 Überbrückung des Defektes mit Hilfe von übergroßen Prothesen	87
4.3.2.3.2 „High Hip Center“	88
4.3.2.3.3 Auffüllen des Defektes mit Zement	88
4.3.2.3.4 Stützringe und -schalen	88
4.3.3 Inkorporation des knöchernen Transplantates	90
4.4 Schlussfolgerungen	92
5. ZUSAMMENFASSUNG	95
6. LITERATURVERZEICHNIS	97
ANHANG	103

1. EINLEITUNG

1.1 Einführung in das Problem

Einer der häufigsten operativen Eingriffe in der Orthopädie ist der künstliche Ersatz eines arthrotisch veränderten Hüftgelenks mit einer Endoprothese. In Deutschland wurde im Jahre 2005 etwa 194.000 Patienten eine Endoprothese am Hüftgelenk implantiert (Statistisches Bundesamt, 2007). Leider existiert in Deutschland kein umfassendes Endoprothesenregister wie in den skandinavischen Ländern. Erste Versuche, ein solches aufzubauen gibt es jedoch (Lang und Willert, 2001). Die Daten, die hier für das Jahr 1997 ermittelt wurden, zeigen allzu gut, wie wenig repräsentativ diese Zahlen sein können. Aus insgesamt 41 Kliniken wurden Erhebungsbögen über etwa 7.000 primäre Hüftendoprothesenimplantationen und 1.100 Revisionen ausgewertet. Lang und Willert gehen aber von tatsächlich 1.900 Krankenhäusern aus, in denen operative Endoprothetik durchgeführt wird.

Da bisher nur ein Bruchteil der Operationen in diesem Endoprothesenregister erfasst wird, sollen an dieser Stelle die Ergebnisse der Endoprothesenregister in Skandinavien dargestellt werden. Diese bestehen zum Teil seit mehreren Jahrzehnten und die Zahlen, die dort erhoben werden, können sicherlich zumindest einen Eindruck darüber vermitteln, in welcher Größenordnung sich die Operationszahlen bewegen.

Pro 100.000 Einwohner werden in Norwegen jährlich 120 primäre Hüfttotalendoprothesen implantiert (Havelin et al., 2000a), in Dänemark 93 (Lucht, 2000). In Schweden besteht ein Bedarf von 130 Erstimplantationen auf 100.000 Einwohner (Herberts und Malchau, 2000).

Die Implantation einer Totalendoprothese (TEP) ist zu einem Routineeingriff geworden. Das bedeutet aber nicht, dass alle bestehenden Probleme gelöst werden konnten. Vor besonders große Herausforderungen werden die Operateure gestellt, wenn das Gelenk massive Knochensubstanzdefekte aufweist. Dies kann zum Beispiel etwa bei einem stark deformierten Hüftgelenk im Rahmen einer Polyarthrititis vorkommen, am häufigsten sieht man diese großen Defekte jedoch bei der angeborenen Hüftgelenksdysplasie oder bei Revisionseingriffen.

Bei einem dysplastischen Hüftgelenk kann zwar auch das Einbringen des Schaftes in das Femur aufgrund dessen starker Veränderungen (extreme Valgusstellung, poröse

Knochenstruktur, verkleinerter Markraum) Schwierigkeiten bereiten, doch die stabile Verankerung einer künstlichen Pfanne in einem stark verformten Pfannenbett stellt das herausragende Problem dar. Ungenügende Überdachung des Gelenkes, das verschobene Drehzentrum, die geringe Tiefe der Pfanne oder gar die Ausbildung einer Sekundärpfanne machen es zum Teil unmöglich, in der anatomisch korrekten Position eine normal große oder selbst die kleinstmögliche Pfanne so stabil zu verankern, dass sie der enormen Beanspruchung des Hüftgelenkes gerecht wird.

Ein ähnliches Problem stellt sich bei der Lockerung einer vielleicht seit langen Jahren liegenden Totalendoprothese des Hüftgelenks dar. Durch unphysiologische Verteilung der Belastung im künstlichen Gelenk kann es sowohl in zu stark wie in zu gering belasteten Zonen zum reaktiven Knochenabbau kommen. Erschwerend kann hinzukommen, dass beim Einbau der primären Totalendoprothese Knochenzement verwendet wurde. Dies birgt nicht nur das Risiko einer Fraktur beim Herausschlagen des Zementes in sich. Auch die großen Lücken, die der entfernte Zement im knöchernen Pfannen- und Schaftlager zurücklässt, vergrößern die Probleme bei der Implantation des nächsten Gelenkersatzes. Es ist nachvollziehbar, dass bei der ständig steigenden Anzahl von Endoprothesen auch die Anzahl an Wechseloperationen kontinuierlich steigen wird. Malchau und Herberts geben an, dass in Schweden eine Revision auf zehn primäre Implantationen kommt. In den USA und Finnland sei das Verhältnis sogar 1:5 (Herberts und Malchau, 2000). Man kann also davon ausgehen, dass sich die Zahlen in Deutschland auch ungefähr in diesen Dimensionen bewegen. Daran lässt sich ermessen, welche Bedeutung diesem Problem in der Orthopädie beigemessen wird und wie wichtig eine zufrieden stellende Lösung ist.

Bedenkt man, dass Dysplasiepatienten im Gegensatz zu Patienten mit einer primären Coxarthrose zum Zeitpunkt der Entscheidung zu einer TEP relativ jung sind, wird deutlich, dass eine lange Überlebensdauer der Totalendoprothese bei diesen Patienten von enormer Bedeutung ist. Nach dem heutigen Stand der Wissenschaft und der Medizin wird es auch in nächster Zukunft noch nicht möglich sein, Prothesen zu entwickeln, die ein Gelenk ein Patientenleben lang ersetzen können. Deshalb sollten in die Operationsplanung nicht nur Überlegungen einfließen, wie man einen Gelenkersatz langlebiger gestalten kann, sondern es sollten auch Vorbereitungen getroffen werden, die einen eventuellen Revisionseingriff, wenn auch in vielen Jahren, einfacher machen. Außerdem muss man beachten, dass aufgrund des jungen Alters der Patienten die Endoprothesen nicht nur längerer, sondern auch stärkerer Belastung ausgesetzt sein

werden. Größtenteils sind diese Patienten berufstätig oder haben kleine Kinder zu versorgen, und auch ihre Freizeitgestaltung unterscheidet sich erheblich von derer älterer Menschen.

Bei Revisionseingriffen, wovon zumeist ältere Patienten betroffen sind, sollten die allergrößten Anstrengungen ebenfalls in die Langlebigkeit des Gelenkersatzes gelegt werden. Nicht nur die steigende Lebenserwartung und die damit sich erhöhende Wahrscheinlichkeit eines weiteren Eingriffes spielen dabei eine Rolle, sondern auch die Auswirkungen, die eine erneute Prothesenlockerung mit sich bringt. Je älter diese Patienten sind, umso schwieriger und risikoreicher gestaltet sich auch eine Narkose und umso länger dauert die Erholung nach einem großen operativen Eingriff.

Bei beiden Patientengruppen sollte man sich vor Augen führen, dass die Schmerzen und die Immobilisation nicht nur zu einem Verlust der körperlichen Selbständigkeit dieser Patienten führen, sondern auch zu einer Minderung der Lebensfreude, die von diesen Menschen sicherlich gleich schwer empfunden wird wie die physische Einschränkung.

1.2 Die Bedeutung des knöchernen Substanzdefektes

Um die Schwierigkeiten, die sich durch einen knöchernen Substanzdefekt ergeben, zu verstehen, seien hier zuerst einige grundsätzliche Ausführungen zum Hüftgelenk wiedergegeben.

Die Hauptbelastung des Hüftgelenks ist die Stabilisierung des Gelenks beim aufrechten Stand und Gang. Beim aufrechten zweibeinigen Stand sind beide Beine gleich belastet und das Lot durch den Körperschwerpunkt schneidet die transversale Achse der Hüftgelenke in der Mitte. Muskulatur und Bänder wirken stabilisierend mit. Um die Kraft- und Druckverhältnisse beim Gehen zu ermitteln, hat man schon früh den menschlichen Gang untersucht. Er ist ein komplizierter Vorgang, bei dem viele einzelne Elemente harmonisch zusammenwirken müssen. Fischer beschrieb schon 1895 dass der Gang prinzipiell als ein Aneinanderreihen von Einbeinstandphasen und Schwungphasen gesehen werden kann. Um das Schwungbein vom Boden abzuheben und eine Schrittlänge weiter nach vorne zu bringen, muss eine wesentlich geringere Kraft aufgebracht werden als vom Standbein, auf welchem das drei- bis vierfache des Körpergewichts lastet. Wenn man wie Pauwels davon ausgeht, dass das Hüftgelenk am meisten beim Gehen, und zwar in der Standphase, beansprucht wird, kann man nun hier,

beim Einbeinstand, die Druckverteilung bei physiologischen und pathologischen Verhältnissen vergleichen. Hier stimmt der Teilschwerpunkt, das heißt der Schwerpunkt des „restlichen“ Körpers, der nun auf dem einzigen Standbein lastet, nicht mehr mit dem Schwerpunkt des Gesamtkörpers überein. Dadurch wird das Lot, das durch den Teilschwerpunkt verläuft, stark in Richtung des kontralateralen Hüftgelenkes verschoben (Debrunner, 1988) (Abbildung 1).

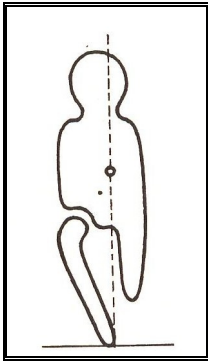


Abbildung 1

Das Körpergewicht, das an dem Teilschwerpunkt wirkt, würde das Becken nach medial abkippen und muss durch die Muskelkraft der Abduktoren (vor allem des *Musculus gluteus medius* und *minimus*) ausbalanciert werden. Die Muskeln greifen jedoch an einem etwa dreimal kürzeren Hebelarm am Gelenk an als das Körpergewicht. Sie müssen also eine dreimal größere Kraft aufbringen. Die resultierende Druckkraft, die auf das Hüftgelenk wirkt, ist somit etwa das Zweieinhalb- bis Vierfache des Körpergewichtes (Johnston, 1973) (Abbildung 2).

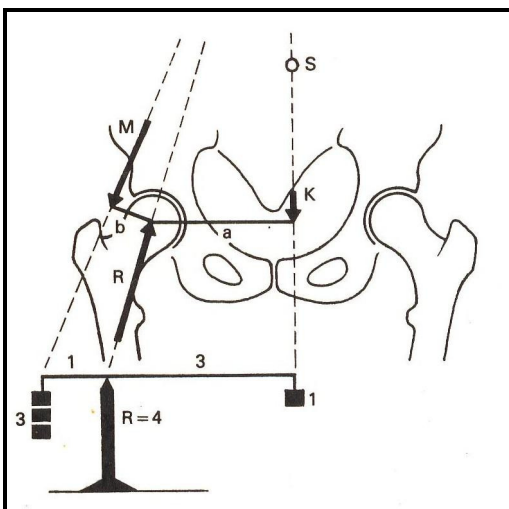


Abbildung 2

Bei normaler Beanspruchung bleibt ein gesunder und anatomisch regelrecht konstruierter Bewegungsapparat bis ins Alter ohne Schaden. Man kann also davon ausgehen, dass ein anatomisch normales Gelenk am besten mit Belastung umgehen kann und am geringsten beansprucht wird.

Vergleicht man die Druckverteilung in einem gesunden Gelenk mit der eines dysplastischen Gelenkes, wird deutlich, dass sich nicht nur die Steilheit der resultierenden Druckkraft ändert, sondern auch die Verteilung des einwirkenden Druckes (Abbildung 3 und 4).

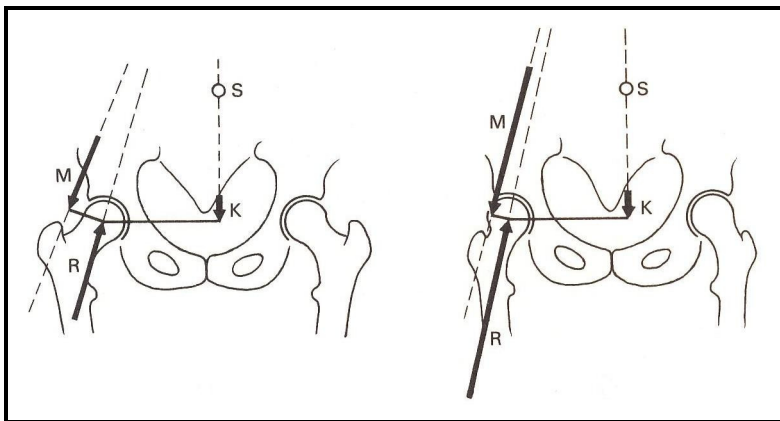


Abbildung 3

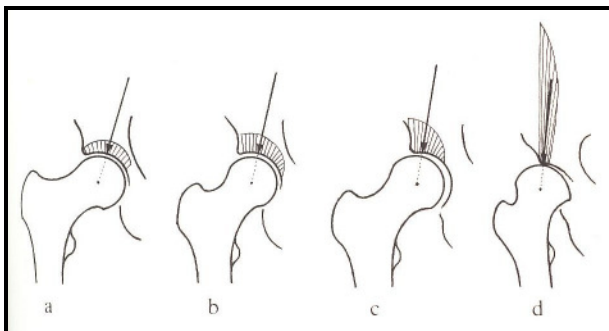


Abbildung 4

Bei einem normalen, gesunden Hüftgelenk verteilt sich der Druck gleichmäßig auf die artikulierenden Flächen, die bei einem Nussgelenk, wie es das Hüftgelenk eines ist, größtmöglich sind. Was passiert aber, wenn die Gelenkfläche kleiner wird?

Dies ist der Fall bei der kongenitalen Hüftgelenksdysplasie, einer der häufigsten angeborenen Skeletterkrankungen. Um die Auswirkungen der Dysplasie nachvollziehen zu können, sei hier ein kurzer Überblick über diese Erkrankung vorangestellt.

Etwa zwei von 1000 Neugeborenen sind von der kongenitalen Hüftgelenksdysplasie betroffen, wobei das Verhältnis Mädchen zu Jungen 8:1 beträgt. In der Hälfte der Fälle betrifft die Dysplasie beide Hüftgelenke. Man nimmt an, dass eine Instabilität des

Bandapparates des Hüftgelenks die Ursache ist und nicht eine Fehlanlage der Pfanne. Der Bandapparat ist nicht in der Lage, den Hüftkopf in der Pfanne zu fixieren. Dieser kann aus der Pfanne heraus- und wieder hineinrutschen. Dabei drückt er auf den lateralen Pfannenrand und kann sich eine Furche schaffen, in der er hin- und hergleiten kann. Die Pfanne kann nun nicht mehr normal wachsen und den Hüftkopf vollständig überdachen. Das wiederum erleichtert dem Hüftkopf, ganz zu luxieren und sich sogar eine Sekundärpfanne zu schaffen. Da sich diese Entwicklungen in den ersten zwei Lebensjahren abspielen, kann durch eine frühzeitige Erkennung dieser Fehlanlage eine rechtzeitige Therapie eingeleitet werden und die Entwicklung einer physiologischen Gelenkgeometrie gewährleistet werden. Wird dieses versäumt, müssen Korrekturosteotomien des Beckens oder des Femurs (oder beides) durchgeführt werden. Häufig können dadurch zufrieden stellende Ergebnisse erreicht werden. Obgleich viele dieser Patienten jahrelang beschwerdefrei leben, ist dennoch mit der Entwicklung einer frühen sekundären Arthrose des betroffenen Hüftgelenkes zu rechnen.

Wie oben beschrieben begünstigt diese zu kleine, dysplastische Hüftpfanne die Entstehung einer Arthrose, da die Gelenkfläche, die den Druck bei einem dysplastischen Gelenk auffängt, nicht nur kleiner ist und damit der Druck pro Flächeneinheit größer, sondern der Druck ist auch ungleichmäßig über die verbleibende Tragfläche verteilt. Dabei entstehen Druckspitzen, die eine rasche Zerstörung des Gelenkknorpels auslösen. Sie wirken sich aber auch auf die Knochenstruktur aus. Auf erhöhten Druck wird Knochen angebaut. Bei einem dysplastischen Acetabulum wird die Verdichtungszone umso höher und keilförmiger je größer das Druckmaximum wird, also je kleiner die lasttragende Fläche ist und je weiter sich die Resultierende der Pfannenecke nähert (Kummer, 1988). Im Röntgenbild sind die typischen subchondralen Sklerosezonen erkennbar (Abbildung 5).

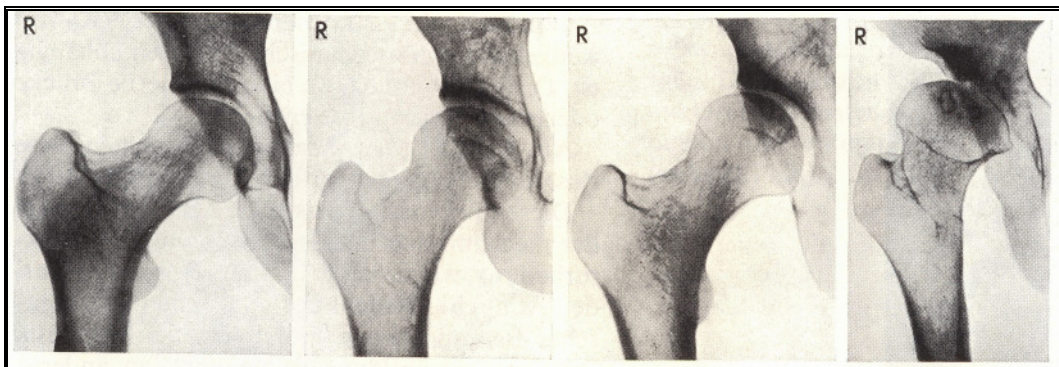


Abbildung 5

Wird die Beanspruchung immer größer, kann die Toleranzgrenze des Knochengewebes überschritten werden. Dann kann der Knochen nicht mehr mit einer weiteren Knochenverdichtung reagieren, sondern er wird abgebaut. Resorptionszysten entstehen an der Stelle der Spannungsspitzen.

Solche großen Knochensubstanzdefekte finden sich jedoch nicht nur bei Dysplasiepatienten. Eine andere große Gruppe besteht aus Patienten, die bereits einmal oder sogar öfter mit einer Hüftendoprothese versorgt wurden. Muss dieses Implantat im Fall einer Lockerung gewechselt werden, hinterlässt es natürlich im knöchernen Lager einen mehr oder weniger großen Defekt. Wurde bei der Erstoperation eine große Pfanne verwendet, und dafür schon damals viel Knochensubstanz geopfert oder Knochenzement zur Befestigung gewählt, der nun entfernt werden muss, vergrößert sich dieser Defekt. Dabei ist nicht nur die Schwierigkeit der stabilen Verankerung einer künstlichen Pfanne zu beachten. Ist das Drehzentrum des Gelenkes nicht an der anatomisch korrekten Position, erhöht sich die Belastung, die auf die Gelenkflächen einwirkt. Dass diese Überlegungen nicht nur theoretische Gültigkeit besitzen (Johnston et al., 1979), sondern auch klinische Relevanz haben, haben mehrere Autoren gezeigt (Callaghan et al., 1985; Stans et al., 1998; Yoder et al., 1988). Von ebenso großer Bedeutung für die Verteilung der Belastung ist der laterale Teil des Acetabulums (Schüller et al., 1993; Sarmiento, 1990).

1.3 Geschichtlicher Überblick

Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts konnten degenerative Gelenkerkrankungen ausschließlich symptomatisch behandelt werden. Der Beginn der operativen Therapie wurde 1890 von Th. Gluck eingeläutet, der das infizierte Kniegelenk einer Patientin mit einer Prothese aus Elfenbein ersetzte. 1895 implantierte R. Jones eine Goldfolie zwischen Hüftpfanne und Femurkopf und erzielte damit ein gutes, jahrelanges Ergebnis. Seitdem wurden verschiedene Ansätze verfolgt, verbessert und auch wieder verworfen. Die „mould arthroplasty“ beispielsweise wurde 1923 von Smith-Petersen geprägt, der anfangs eine Glaskappe, die später durch Plexiglas ersetzt wurde, auf den Femurkopf setzte. Diese Technik wurde in den nächsten Jahrzehnten mit veränderten Materialien von anderen Operateuren wie Aufranc oder Urist weiterentwickelt, konnte sich aber aufgrund unsicherer Ergebnisse nicht durchsetzen.

Ein anderer Ansatz war die Hemiarthroplastik, bei der nur der Femurkopf ersetzt wurde. Die Brüder Judet verwendeten 1946 einen Prothesenkopf aus Plexiglas, der mit einem Schenkelhalsnagel befestigt wurde. Aber wegen der baldigen Lockerungen und gehäuften Stielbrüchen zeigte diese Methode keinen Erfolg. 1954 konstruierte Merle d'Aubigné eine Kopf-Hals-Prothese, die mit einem langen Metallschaft intramedullär verankert wurde. Obwohl dies aus biomechanischer Sicht sicherlich eine Weiterentwicklung darstellte, verwarf man die Idee wegen der heftigen Fremdkörperreaktionen, die das implantierte Plexiglas hervorrief, wieder. Die Vitallium-Kopf-Schaft-Prothesen, die in den fünfziger Jahren eingesetzt wurden, führten durch den Aufbrauch des Acetabulums zu Pfanneneinbrüchen ins kleine Becken.

Obwohl Wiles bereits 1938 die erste Totalendoprothese aus Stahl implantiert hatte, bei dem sowohl Femurkopf als auch das Acetabulum ersetzt wurden, griff man diese Idee erst Jahre später wieder auf. McKee setzte 1956 eine Totalendoprothese ein, bei der sowohl der Schaft als auch die Pfanne aus Metall bestanden. Diese Metall-Metall-Paarung erzeugte eine hohe Reibung und die Prothesen lockerten sich bald, aber das Prinzip, beide gelenkbildende Flächen zu ersetzen, wurde bis heute beibehalten.

Auch Charnley beobachtete die Misserfolge der Metall-Metall-Paarungen. Er verarbeitet diese Erfahrungen in seiner „Low Friction Arthroplasty“ (Charnley, 1970). Um die Reibung soweit wie möglich zu verringern, ersetzte er beide gelenkbildende Flächen durch möglichst kleine Endoprothesen und verwendete unterschiedlich harte Materialien. Anfangs paarte er einen Metallschaft mit einer Teflonpfanne, die er später durch widerstandsfähigeres Polyethylen ersetzte. Das Ergebnis war eine deutliche Verlängerung der Überlebenszeit der Hüftendoprothesen. Bis heute hat das Prinzip von Charnleys Low Friction Arthroplasty Gültigkeit. Die Einführung von Polymethylmethacrylat als Knochenzement 1951 trug weiterhin zur Stabilisierung der Endoprothesen bei.

Seitdem haben Hüftendoprothesen vielartige Neuerungen erfahren. Neue Materialien wurden ausprobiert und weiterentwickelt, die Form und Konstruktion von Schaft und Pfanne haben sich immer wieder gewandelt. Und auch wenn diese neuen Entwicklungen Erfolge zeigen, hat sich die anfängliche Euphorie, die mit Charnleys Low Friction Arthroplasty eingeläutet wurde, schon lange wieder gelegt. Die anfänglichen Probleme in der Hüftendoprothetik, die von heftigen Fremdkörperreaktionen, Materialbrüchen und häufigen Infektionen geprägt waren, sind

zwar weitestgehend gelöst worden, es wurde jedoch schnell klar, dass die Lebenszeit der Hüftendoprothesen begrenzt ist, und dass auch heute noch keine Prothese entwickelt ist, mit der eine lebenslange Liegezeit des Implantates erreichbar wäre.

Nicht erst bei einer Revisionsoperation, sondern schon bei der ersten Implantation einer Hüftendoprothese werfen stark deformierte Hüftgelenke von Dysplasiepatienten große Schwierigkeiten auf. Aufgrund des großen Knochensubstanzdefektes, insbesondere im Bereich des Pfannenerkers, ist hier eine stabile Verankerung einer künstlichen Pfanne eine besondere Herausforderung. Bereits Ende des 19. Jahrhunderts gab es erste Versuche, luxierte Hüften von Dysplasiepatienten operativ zu reponieren. Da jedoch noch nichts unternommen werden konnte, um den Hüftkopf an einem erneuten Herausgleiten zu hindern, ist es nachzuvollziehen, dass diese Versuche fehlschlügen. Erst mit der Entwicklung der ersten Endoprothesen begann auch die langfristige operative Therapie der Dysplasiecoxarthrose.

Merle D'Aubigné war 1952 der erste, der einen Knochenbalken, den er dem resezierten Femurkopf oder dem Ilium entnahm, seitlich an die insuffiziente Pfanne schraubte (Merle d'Aubigne, 1952). Er erkannte, dass die anfangs operierten Hüftgelenke, bei denen er noch keine knöchernen Transplantate zur Pfannenabstützung benutzt hatte, häufiger reluxierten als die, bei denen er Knochentransplantate anschraubte. Durch diese Art der ersten Pfannendachplastik konnte er zufrieden stellende Ergebnisse vorweisen, auch wenn der Nachuntersuchungszeitraum mit höchstens drei Jahren zu gering war, um von langfristigen Erfolgen sprechen zu können. Zudem behandelte er nur junge Patienten ohne arthrotische Veränderungen.

In den siebziger Jahren wandte man sich verstärkt wieder diesem Thema zu. 1973 berichteten Charnley und Feagin über die Low Friction Arthroplasty bei Dysplasiepatienten mit leichter Subluxation des Femurkopfes (Charnley und Feagin, 1973). Sie verwiesen darauf, dass eine Hüftendoprothesenimplantation bei schweren arthrotischen Veränderungen aufgrund einer seit langem bestehenden, unreponierten Luxationshüfte nicht zu empfehlen sei. Auch für die leichteren Fälle stellten sie sehr strenge OP-Indikationen und verwendeten kleinstmögliche Pfannenkomponenten. Außerdem gaben sie zu beachten, dass die Erhaltung von so viel Knochensubstanz wie nur möglich (auch durch Anlagerung von kleinen Transplantaten) von allergrößter Wichtigkeit für die nächste Operation sei.

1976 beschrieb Judet seine „butée-Plastik“, bei der er fast horizontal über die Pfanne einen Knochenbalken anschraubte (Judet, 1976).

Ein Jahr später beschrieb Harris eine Technik, bei der er den gesamten resezierten Hüftkopf in der dysplastischen Pfanne befestigte und in dieses knöcherne Lager ein Pfannenbett fräste (Harris et al., 1977). Die zumeist kleine Pfanne wurde mit Zement befestigt. Idealerweise sollte die Pfannenkomponente die größte Last tragen, um das Transplantat zu entlasten. Dieses wurde durch zwei oder drei Bolzen, die in verschiedenen Winkeln eingeschlagen wurden und auf der anderen Seite der Pfanne im kleinen Becken durch Muttern gehalten wurden, befestigt. Er versuchte, die Pfanne, die mit Knochenzement befestigt wurde, möglichst an ihre anatomische Position zu bringen, allerdings waren ihm durch die geringe Knochendicke an dieser Stelle Grenzen gesetzt. Postoperativ konnten die Patienten bereits wenige Tage danach wieder aufstehen. Bei beidseitiger Dysplasie wurde die zweite Hüfte schon zwei bis drei Wochen nach dem ersten Eingriff operiert. Bei den röntgenologischen Nachuntersuchungen konnte er in allen Fällen eine Verwachsung des Transplantats mit benachbartem Knochen zeigen.

Griss et al (Griss et al., 1978) schenken dem biomechanischen Aspekt des Hüftgelenks mehr Beachtung. Sie berücksichtigten die Richtung der Hüftgelenksresultierenden und setzten die Schrauben, die das Transplantat befestigten parallel zu dieser. Außerdem benutzten sie eine viereckige press-fit-Pfanne und konnten damit auf Knochenzement verzichten. Durch die viereckige Pfannenform konnte das Transplantat leicht angepasst werden, durch die Verwendung eines Meißels, konnte auf das Fräsen verzichtet werden, sodass die Spongiaschrauben nicht den erheblichen Drehmomenten beim Fräsen standhalten mussten. Auch sie konnten nach sechs bis neun Monaten eine radiologische Verdichtung und Umstrukturierung des transplantierten Knochens nachweisen.

Allen diesen anfänglichen Versuchen ist gemeinsam, dass die Autoren ihre Erfolge sehr vorsichtig beurteilten und stets betonten, dass Langzeitergebnisse noch nicht vorlägen und dass diese allein den Erfolg der verwendeten Methoden bestätigen könnten.

In den achtziger Jahren wurde die Pfannendachplastik mittels transplantierten, massiven Knochens bei der Dysplasiecoxarthrose zu einem anerkannten Verfahren, das ständig weiterentwickelt wurde und bis heute wird. Das bedeutet aber keinesfalls, dass sie konkurrenzlos geblieben ist. Viele befürworten Knochenzement zur Befestigung der künstlichen Pfanne bei der Dysplasiebehandlung, manche verwenden dabei Knochen zur Auffüllung von Defekten, manche zur Pfannenrekonstruktion (Stans et al., 1998), andere wiederum lehnen gewichttragende knöcherne Transplantate generell ab (McQueary und Johnston, 1988). Der Einbau von Pfannenstützschalen und -ringen

stellt für wieder andere die bestmögliche Alternative dar (Gross et al., 2002) und findet bei Revisionsoperationen ihre häufigste Verwendung.

Bei allen Kontroversen wird deutlich, dass jeder Patient eine individuelle Behandlung erfahren muss und die für seinen Fall beste Methode ausgesucht werden muss. Zur Beurteilung dessen sind Langzeitergebnisse der verschiedenen möglichen Techniken unerlässlich und durch theoretische Überlegungen nicht zu ersetzen.

1.4 Die Implantatlockerung

Um eine Verlängerung der Überlebenszeit der Endoprothesen zu erreichen, ist es unerlässlich, die Gründe zusammenzutragen, die zu einer Implantatlockerung führen oder diese beschleunigen.

In den Anfängen der Hüftendoprothetik waren vor allem Materialversagen und heftige Fremdkörperreaktionen die Ursache für das Versagen der Prothesen. Durch die Verarbeitung dieser Erfahrungen drängten sich neue Probleme in den Vordergrund. In den größeren Studien wird heutzutage einstimmig die aseptische Lockerung der Endoprothesen als häufigste Ursache für einen Wechsel angegeben. In Norwegen werden 44% der Revisionsoperationen aufgrund einer aseptischen Implantatlockerung durchgeführt (Havelin et al., 2000), in Dänemark geht man von 63% aus (Lucht, 2000). Herberts und Malchau geben sogar an, dass in 71% der Wechseloperationen die Ursache darin zu sehen ist (Herberts und Malchau, 2000). Dislokation und Infektion sind die zweithäufigsten Ursachen und werden etwa mit 4,8 bis 12,5%, beziehungsweise 6,1 bis 11% angegeben. Andere Ursachen für eine Revision sind Frakturen des Femur, Materialversagen, Schmerzangaben des Patienten, Osteolysen ohne Lockerung und Verschleiß des Implantats.

Da die aseptische Lockerung die häufigste Ursache einer Wechseloperation ist, sollen an dieser Stelle die Prozesse näher beleuchtet werden, die zu dieser Art der Implantatlockerung führen.

Im Grunde kann man die Vorgänge, die zu einer Implantatlockerung führen in zwei Arten einteilen. Sie lassen sich durch physikalische oder biochemische Vorgänge beschreiben.

Der physikalische Ansatz lässt sich durch die Kräfteverteilung im endoprothetisch ersetzten Gelenk erklären. Anders als Druckkräfte, die bei Überschreitung einer

Toleranzgrenze einen Materialbruch auslösen, führen überhöhte Scher- oder Zugkräfte zur Auflösung des Knochen-Implantat-Verbundes. Überschreiten also die Scherkräfte, die auf einen Verbund einwirken, die Adhäsion dieser zwei Flächen, löst sich die Verbindung zwischen ihnen. Scherkräfte im endoprothetisch versorgten Gelenk sind normal und können nicht gänzlich vermieden werden. Die Überschreitung einer Toleranzgrenze ist das Problem. Deshalb ist es von großer Wichtigkeit, die Scherkräfte so gering wie nur möglich zu halten. Schüller et al. (Schüller et al., 1993) konnten in einer Finite-Element-Studie zeigen, dass ein Verlust des lateralen Daches des Acetabulums zu einem Anstieg der Belastung im Zement und in der knöchernen Umgebung führt. Die Scherkräfte wuchsen bei Verkleinerung der knöchernen Überdachung und waren bei der geringsten gemessenen Überdachung dreimal so hoch wie in einer normalen gesunden Pfanne. Sie konnten auch zeigen, dass sich diese Belastung durch einen knöchernen Aufbau der Pfanne wieder senken ließ. Auch Johnston et al. kamen zu dem Schluss, dass sich die Belastungen im künstlichen Gelenk mindern lassen, wenn das natürliche Drehzentrum rekonstruiert wird (Johnston et al., 1979). Dass diese theoretischen Ansätze sich in der Praxis tatsächlich in einer geringeren Zahl an Revisionen niederschlagen, zeigen zahlreiche klinische Studien (Callaghan et al., 1985; Sarmiento, 1990; Stans et al., 1998; Yoder et al., 1988).

Der zweite Ansatz zur Erklärung der aseptischen Lockerung beschäftigt sich mit den biologischen Folgen der im Laufe der Zeit freigesetzten Abriebpartikel. Aufgrund der Reibung, die zwischen dem künstlichen Hüftkopf und der Pfanne entsteht, aber auch durch Mikrobewegungen zwischen dem Implantat, dem angrenzenden Knochen und dem Knochenzement kommt es zu einem Materialabrieb. Diese abgelösten Mikropartikel rufen eine Art Entzündungs- und Fremdkörperreaktion mit nachweisbaren Einschlusskörperchen hervor (Herren et al., 1987; Schmalzried et al., 1992; Willert, 1990). Makrophagen und Fibroblasten, die in der die gelockerte Prothese umgebenden bindegewebigen Membran gefunden werden, initiieren über Botenstoffe wie TNF-alpha die Ausreifung von ortsansässigen Monozyten zu Osteoklasten, die als direkte Urheber der Osteolyse anzusehen sind (Sabokbar et al., 2005; Sterner et al., 2004). Diese lokale Osteolyse an der Knochen-Implantatgrenze bewirkt letztendlich das Lockerwerden der Prothese, was die häufigste Ursache einer notwendig gewordenen Implantatrevision darstellt.

Der Nachweis einer Endoprothesenlockerung bereitet jedoch gerade im Anfangsstadium große Schwierigkeiten. Klinische Hinweise wie Schmerzangaben seitens des Patienten,

eingeschränkte Beweglichkeit des Gelenkes oder Hinken fehlen häufig oder lassen sich nicht mit einer Lockerung des Implantates in Zusammenhang bringen (Simank et al., 1998). Radiologisch stellen sich die lokalen Osteolyseherde als strahlendurchlässiger periprotetischer Saum oder Zysten dar. Die Progression dieser Befunde sowie eine Wanderung der Endoprothese werden allgemein als Kriterien für eine Implantatlockerung anerkannt (DeLee und Charnley, 1976; Mjoberg et al., 1985; Nunn et al., 1989; Ranawat et al., 1980). Zumeist wird eine eventuelle Lockerung auf konventionellen oder auch digitalisierten Beckenübersichtsaufnahmen ausgemessen. Mit Hilfe von Vergleichsaufnahmen läßt sich eine Progression der Lysezeichen oder eine Migration des Implantates beurteilen. Hierbei muss natürlich beachtet werden, dass zwei verschiedene Aufnahmen schwerlich die gleiche Lagerung, Beckenkipfung und –drehung und Projektion wiedergeben können. Aus diesem Grund können Täuschungen auftreten, die zwischen zwei verschiedenen Röntgenaufnahmen bis zu fünf Millimeter betragen können (Wirtz, 1997). Auch aus der unterschiedlichen Wahl der jeweiligen Fixpunkte, die auf der Beckenaufnahme gewählt werden, ergeben sich unterschiedliche Genauigkeiten. Allein aus der Fülle der Methoden, die beschrieben sind, lässt sich ableiten, dass eine zufrieden stellende, einfache Methode noch nicht existiert (Ghassem Khanloo et al., 2000; Sutherland et al., 1982; Wetherell et al., 1989).

Als anerkanntes Verfahren, dem eine große Genauigkeit in verschiedenen Studien nachgewiesen wurde, sei hier die Röntgenstereophotogrammetrie erwähnt (Baldursson et al., 1979; Mjoberg et al., 1986). Bei dieser, für klinische Zwecke sehr aufwendigen, Methode werden prä- und intraoperativ knöcherne Strukturen und das Implantat mit kleinen Tantal-Kugeln markiert, die später eine räumlich Darstellung des Beckens, des Implantats sowie das Verhältnis der beiden zueinander darstellen lassen. Aufgrund des Aufwands und hoher Kosten dieser Methode lässt sie sich im klinischen Alltag kaum einsetzen und findet bei Studien mit kleineren Patientenzahlen Anwendung.

Auch die Einzel-Bild-Röntgen-Analyse (Krismer, 1997; Russe, 1988), kurz EBRA, wird als relativ genaues Verfahren zur Migrationsanalyse angesehen. Bei einfacher Anwendung liefert sie im Vergleich zu anderen radiologischen Methoden genauere Werte (Eckardt et al., 1998; Ichmann et al., 1992).

Aber die Suche nach geeigneten Methoden zur Lockerungsdiagnostik ist noch lange nicht abgeschlossen. Mit Hilfe von MRT (Magnetresonanztomographie), DSA (digitale Substraktionsarthrographie) oder PET (Positronenemissionstomographie) versucht man, frühzeitig eine Implantatlockerung oder sogar deren Ursache nachzuweisen (Reinartz et

al., 2005; Temmerman et al., 2005; White et al., 2000). All diese neuen Methoden werden sich noch beweisen und etablieren müssen, aber diese Anstrengungen lassen erkennen, dass man von der Notwendigkeit einer Verbesserung der Nachweismöglichkeiten überzeugt ist.

1.5 Die Pfannendachrekonstruktion mit Knochentransplantaten

Die bisherigen Überlegungen aus den Kapiteln 1.2 und 1.4 lassen den Schluss zu, dass die Wiederherstellung anatomischer Verhältnisse eine Implantatlockerung zwar heute noch nicht verhindern kann, diese aber möglichst lang hinauszuzögern vermag. Das bedeutet, dass beim Einsetzen einer Hüft-TEP der Rekonstruktion des anatomischen Drehzentrums sowie des Pfannendachs große Beachtung geschenkt werden muss. Wie oben schon beschrieben, sind diese Aufgaben aber bei stark dysplastischen Hüftgelenken und großen knöchernen Defekten nicht durch eine korrekte Positionierung der Implantate allein zu bewerkstelligen. Eine genügende Überdachung der künstlichen Pfanne kann zuweilen nur durch eine Anlagerung knöcherner Transplantate an das laterale Pfannendach erreicht werden. Dies wird in der Orthopädischen Klinik der Marburger Universität seit 1984 bei großen Knochendefekten durchgeführt. Hier sei kurz die Operation, die dabei erfolgt beschrieben.

Als Knochentransplantat bei der Pfannendachplastik werden ausschließlich Femurköpfe verwendet. Grundsätzlich wird bei einer Erstimplantation einer Hüft-TEP autologer Knochen zum Pfannenaufbau verwendet, bei Revisionsoperationen wird ein homologes Transplantat aus der Knochenbank benutzt. Die homologen Transplantate werden in der Marburger Knochenbank tiefgefroren und bei -80°C gelagert. Die autologen und homologen Femurköpfe werden im Operationssaal angeraut, in Form und Größe den jeweiligen Knochendefekten angepasst und mit zwei bis drei Spongiosaschrauben parallel der resultierend Kraft am seitlichen Acetabulum befestigt.

Bei Hüft-TEP-Implantationen wurde in Marburg bis 2004 ein einheitliches Hüftendoprothesen-System verwendet: Das Marburger Hüftendoprothesen-System. Die so genannte Hybrid-Totalendoprothese, bei der die Implantation eines zementierten Schaftes mit einer unzementierten Pfanne kombiniert wird, wird in Marburg seit 1986 verwendet. Eingebaut wurden im Untersuchungszeitraum zumeist unzementierte Hüftpfannen aus einem hochverdichteten Polyethylen-Inlay und einem Titangitternetz,

deren Poren ein optimales Einwachsen des Knochens und somit die sichere spätere Verankerung ermöglichen (Sulzer Medica). In den restlichen Hüften wurden zementierte und unzementierte Polyethylenpfannen (R. Mathys; Morscher-Typ) implantiert.

Verwendet wurden Schäfte der Firma Sulzer, die in Form und Materialzusammensetzung seit ihrer Einführung 1984 nur marginale Änderungen erfahren haben. Benutzt wurden in den meisten Fällen Hüftköpfe von 32 mm Durchmesser, in den übrigen Fällen wurden Köpfe mit einem Durchmesser von 28 mm eingebaut.

1.6 Zielsetzung der Studie

Ziel dieser Studie ist es, die Langzeitergebnisse, die mit der in Marburg seit 1984 durchgeführten Pfannendachrekonstruktion mittels autologer und homologer Knochentransplantate erzielt wurden, darzustellen. Dies geschah im Rahmen einer retrospektiven Studie.

Um diese Fragestellung möglichst umfassend zu beantworten, sollen unterschiedliche Untersuchungen durchgeführt und deren Ergebnisse ausgewertet werden. Dabei sollen nicht nur die Anzahl der bis heute erfolgreichen Eingriffe und die Revisionsrate eine entscheidende Rolle spielen. Der jeweilige Grund der erforderlichen Revision, der Zeitraum, nach der diese durchgeführt wurde, die aufgetretenen Komplikationen sowie die eine Lockerung begünstigenden Faktoren sollen analysiert werden.

Auch die radiologischen Parameter, die über eine eventuelle Lockerung der Pfanne Aufschluss geben sind wichtig und sollen bestimmt werden.

Nicht zuletzt gehören die Ergebnisse der klinischen Untersuchung der Patienten wie Schmerzen und Beweglichkeit des Hüftgelenks dazu, schließlich beeinflussen diese Werte die Lebensqualität des Patienten in dessen Alltag und damit seine Zufriedenheit ganz entscheidend. Die Bestimmung dieser Daten und der Vergleich mit den Werten vor der Operation sollen zur Beurteilung der Operation dienen.

Parameter, die eventuell mit einer schnelleren Lockerung oder erhöhten Komplikationsrate in Zusammenhang gebracht werden können, sollen auch bestimmt werden. Dazu gehören etwa die Art und Größe des Transplantates, der Grund der Implantation der Endoprothese oder patientenabhängige Kriterien wie Körpergewicht,

Alter und Begleiterkrankungen. Ob ein Zusammenhang zwischen diesen Kriterien und einem Versagen der Endoprothese besteht, soll auch aufgezeigt werden.

All diese ermittelten Werte müssen kritisch überprüft und mit den Ergebnissen alternativer Behandlungsmöglichkeiten verglichen werden. Nur auf diese Weise lässt sich der Erfolg einer Methode bestätigen oder deren Misserfolg aufzeigen. Und nur so können Anstöße zu Verbesserungen in der Zukunft gegeben werden.

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1 Allgemeines

In der Klinik für Orthopädie des Marburger Universitätsklinikums wurde zwischen 1984 und 2002 bei 181 Patienten in 209 Fällen eine Hüft-TEP eingebaut, bei der das Pfannendach mit Knochentransplantaten aufgebaut wurde. Um die Langzeitergebnisse dieser Operationsmethode beurteilen zu können, wurden diese Patienten anhand der Operationsbücher ermittelt und zu einer Nachuntersuchung in die orthopädische Poliklinik eingeladen. Patienten, die den Untersuchungstermin nicht wahrnehmen konnten oder wollten, wurde ein erneuter Termin angeboten. Wurde dieser Vorschlag auch nicht angenommen, erhielten die Patienten einen kurzen Fragebogen, in dem ihnen die Möglichkeit gegeben wurde, das Ergebnis der Operation zu bewerten.

Mit der Auswertung der zurückgesandten Fragebögen sowie der Patientenakten und Röntgenbilder konnte bei einem weiteren Teil der Patienten, die nicht zu der Nachuntersuchung erschienen waren, das Operationsergebnis beurteilt werden.

Bei den angeschriebenen und unbekannt verzogenen Patienten wurde versucht, über den Hausarzt die neue Anschrift zu ermitteln.

Außerdem wurde die Anzahl der zwischenzeitlich verstorbenen Patienten ermittelt.

Um das definitive Patientenkollektiv zu bestimmen, wurden Patienten mit einer desolaten Aktenlage, fehlenden oder unauswertbaren Röntgenbildern ausgeschlossen.

Bei Patienten, bei denen trotz eines nicht wahrgenommenen Nachuntersuchungstermins die Aktenlage oder die Röntgenbilder eine Beurteilung des Operationsergebnisses zuließen, wurde der Termin der letzten Untersuchung oder des letzten Röntgenbildes berücksichtigt.

2.2 Klinische Auswertung

2.2.1 Nachuntersuchungszeiträume

Bestimmt wurde der letzte Termin, zu dem der Zustand der implantierten Prothese beurteilt werden konnte. Hier wurden die Auswertungen der Nachuntersuchungen im Rahmen dieser Studie oder zu einem anderen Zeitpunkt durchgeführte Nachuntersuchungen in der Orthopädischen Poliklinik, archivierte Röntgenbilder, sowie

die Auswertung der zugesandten Fragebögen berücksichtigt. Relevant für die Bestimmung des Beobachtungszeitraums war der letzte Zeitpunkt, zu dem eine Aussage über den Zustand des Implantates getroffen werden konnte.

2.2.2 Geschlecht, Körpergewicht, Körpergröße und Body-Mass-Index

Bei allen Patienten wurde das Geschlecht, das Körpergewicht und die Körpergröße bestimmt, sowie der Body-Mass-Index (BMI) errechnet. Es erfolgte eine Einteilung nach dem BMI in Untergewicht ($<18,5$), Normalgewicht (zwischen 18,5 und 24,9), Übergewicht (zwischen 25 und 29,9) und Adipositas (>30).

2.2.3 Operationsalter

Das Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt wurde sowohl für das gesamte Patientenkollektiv, als auch getrennt für die weiblichen und für die männlichen Patienten, sowie differenziert nach der jeweiligen Ursache der Operation ermittelt.

2.2.4 Seitenlokalisation

Das betroffene Hüftgelenk wurde festgehalten sowie die Anzahl der beidseitig notwendig gewordenen und durchgeführten Pfannendachrekonstruktionen.

2.2.5 Ätiologie

Aus den Patientenakten wurde ermittelt, aus welchem Grund die erfolgte Operation notwendig geworden war.

2.2.6 Kontralaterales Hüftgelenk

Es wurde ermittelt, bei welchem Anteil der Patienten das gegenseitige Hüftgelenk zum Zeitpunkt der Operation bereits durch eine Totalendoprothese ersetzt worden war, bei wie vielen Patienten sich zu diesem Zeitpunkt bereits arthrotische Schäden am kontralateralen Hüftgelenk zeigten und wie viele Patienten zum Operationszeitpunkt auf der Gegenseite beschwerdefrei waren.

2.2.7 Voroperationen

Hier wurden Operationen dokumentiert, die auf der betroffenen Seite vor der Pfannendachrekonstruktion durchgeführt worden waren. Erfragt wurden Osteosynthesen, Osteotomien, Pfannendachplastiken, Arthrodesen, Girdlestone-OPs, Totalendoprothesenimplantationen und Prothesenwechsel.

2.2.8 Risikofaktoren

Hier wurde gezeigt, mit welchen Risikofaktoren die Patienten vorbelastet waren und wie sich diese Faktoren auf die Patienten verteilten.

2.2.9 Score nach Merle d'Aubigné

Die Funktion des Hüftgelenkes wurde nach einem von Merle d'Aubigné entwickelten Score beurteilt (Merle d'Aubigné, 1952). Hierbei werden für Schmerzen und Beweglichkeit im betroffenen Hüftgelenk, sowie für das Gangbild jeweils sechs Punkte vergeben (Tabelle 1). Dieser Score wurde präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung erhoben, um diese beiden Werte miteinander vergleichen zu können. Der durchschnittliche Gesamtscore sowie die Verteilung der Punkte auf Bewegungsumfang, Schmerzangaben und das Gangbild wurden errechnet.

Hüftschmerzen	Gang	Beweglichkeit	Punkte
Sehr schwer und dauernd	Unmöglich	Flexion = 0, Versteifung und Deformität	0
Schwer, sogar nachts	Nur mit Krücken	Flexion = 0, geringe Deformität	1
Schwer, verhindert jegliche Aktivität	Nur mit Stöcken	Flexion < 40°	2
Schwer, aber Aktivität möglich	Unter 1 Stunde mit einem Stock	Flexion zwischen 40° und 60°	3
Leicht nach längerer Aktivität, verschwindet in Ruhe	Lange Strecken mit einem Stock	Flexion zwischen 60° und 80°	4
Leicht oder intermittierend	Kein Stock, aber Hinken	Flexion zwischen 80° und 90°; Abduktion mindestens 15°	5
Keine	Normal	Flexion > 90°; Abduktion bis 30°	6

Tabelle 1

2.2.10 Beinlängendifferenz

Die durchschnittliche Beinverkürzung auf der betroffenen Seite wurde präoperativ und beim Follow-Up erhoben, um eine Veränderung durch die Operation beurteilen zu können.

2.2.11 Pfannentyp und Kopfgröße

Es wurde die eingebaute Pfanne dokumentiert und bei den Wechseloperationen auch die bei der Voroperation verwendete und ausgebaute Pfanne bestimmt. Außerdem wurde der Durchmesser des eingebauten künstlichen Hüftkopfes ermittelt.

2.2.12 Ursache eines TEP-Wechsels

War die Pfannendachplastik aufgrund eines großen knöchernen Defektes bei Endoprothesenwechsel notwendig, wurde der Grund für die Notwendigkeit eines Wechsels bestimmt.

2.2.13 Art des Knochentransplantates

Um Zusammenhänge zwischen dem Operationsergebnis und der Art des Transplantates erkennen zu können, wurde dokumentiert, ob bei der Pfannendachrekonstruktion autologer, also vom Patienten selbst stammender Knochen oder homologer, aus der Knochenbank entnommener Knochen verwendet wurde.

2.2.14 Frühkomplikationen

Erfasst wurden allgemeine und lokale Komplikationen, die intraoperativ oder noch während des stationären Aufenthaltes auftraten.

2.2.15 Nachuntersuchung

Die Nachuntersuchung der Patienten bestand aus der Anamneseerhebung, der körperlichen Untersuchung des Hüftgelenkes und der Anfertigung und Beurteilung einer Beckenübersichtsaufnahme (dies wird unten noch näher ausgeführt).

Die Dokumentation erfolgte mittels eines standardisierten Erhebungsbogens, der in der orthopädischen Klinik in Marburg bereits in früheren Studien Verwendung gefunden hatte. Hierbei wurden die Stammdaten des Patienten aufgenommen, eine mögliche zwischenzeitliche Hospitalisation, Komplikation, Revision, Behinderung der

Gelenkfunktion und Schaftrevision erfragt. Zudem wurde der Score nach Merle d'Aubigné ermittelt. Beurteilt wurde außerdem die Beinlängendifferenz zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

2.2.16 Fragebogen

Im zugesandten Fragebogen wurde erfragt, ob die eingebaute Hüftendoprothese in der Zwischenzeit gewechselt wurde und wenn ja, aus welchem Grund. Wurde die TEP noch nicht revidiert, erhielten die Patienten Fragen zu Schmerzen, möglicher Gehstrecke, Benutzung eines Gehstocks, sowie Komplikationen. Der Fragebogen ist im Anhang angefügt.

2.3 Radiologische Auswertung

2.3.1 Allgemeines

Die Analyse und Archivierung der Röntgenbilder erfolgte mit Hilfe des Programmes „DiagnostiX 32“ der Firma Gemed (Freiburg).

Diese Software bietet die Möglichkeit für jeden Patienten eine Karteikarte mit Patientendaten anzulegen. Über diese Karteikarte lässt sich das digitale Bildarchiv eines Patienten aufrufen.

Die eigentliche Bildbearbeitung erfolgt nach einem Layer-Prinzip. Das bedeutet, dass die Vermessung und Markierung der Bilder nicht am Originalbild erfolgt, sondern auf zusätzlichen elektronischen Bildebenen. Diese zusätzlichen Bildebenen (Layer) können gespeichert und bei Bedarf wieder eingeblendet werden. Mit Hilfe des Dokumentationswerkzeuges besteht die Möglichkeit, verschiedene Hilfslinien, Beschriftungen und geometrische Strukturen in einen Layer einzuzeichnen. Das Messwerkzeug dient der Abstandsbestimmung und Winkelvermessung. Mit der Option, einen Abbildungsfaktor zu berücksichtigen, werden die gemessenen Werte automatisch in die tatsächlichen Werte umgerechnet.

Daneben bietet die DiagnostiX-Software auch die Möglichkeit, mehrere Röntgenbilder nebeneinander zu stellen und erlaubt somit eine gute Verlaufsbeobachtung. Weitere Bildbearbeitungstechniken wie Vergrößern und Verkleinern, Bildausschnittsfunktion, Helligkeits- und Kontrastveränderung lassen eine sehr genaue Diagnostik zu.

2.3.2 Beckenmaße

Bestimmt wurden auf Beckenübersichtsaufnahmen, soweit möglich, die Beckengesamthöhe, die Beckeninnenhöhe und Beckeninnenbreite in Millimeter (Abbildung 6).

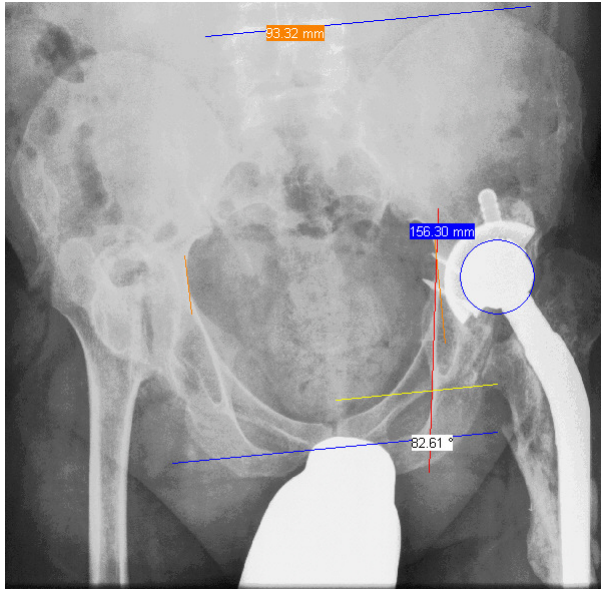


Abbildung 6

2.3.3 Pfanneninklinationswinkel

Um eine etwaige Veränderung feststellen zu können, wurde der Neigungswinkel der Pfanne zur Horizontalen sowohl präoperativ als auch zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ausgemessen (Abbildung 7).

2.3.4 Drehzentrum

Das Drehzentrum wurde auf den Beckenübersichtsaufnahmen bestimmt, indem als Referenzpunkt der Schnittpunkt der Köhlerlinie mit einer waagerechten Linie durch das Dach des Foramen obturatorium gewählt wurde (Abbildung 7). Hiervon wurde der vertikale und der horizontale Abstand der Drehzentrums, also des Femurkopfmittelpunktes bestimmt. Um eine operationsbedingte Verlagerung des Drehzentrums messen zu können, wurde das Drehzentrum präoperativ, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung und auch auf der gesunden Gegenseite bestimmt. Zudem wurde, soweit möglich, der anatomische Drehpunkt basierend auf den Standardwerten von Boudriot et al berechnet (Boudriot et al., 2006).

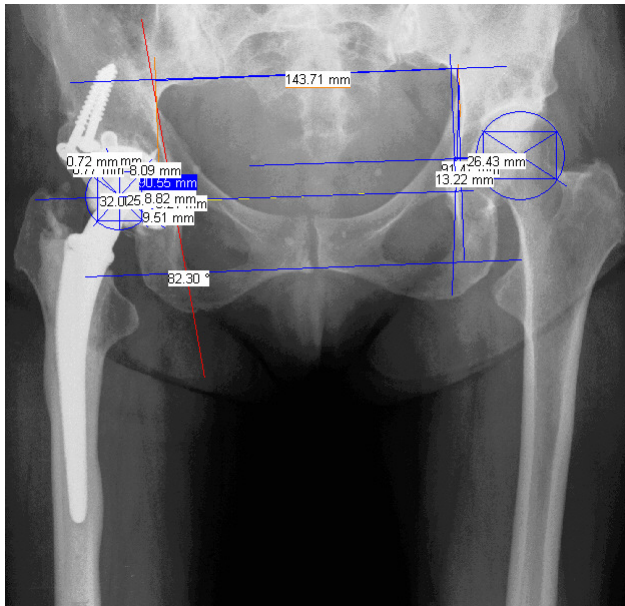


Abbildung 7

2.3.5 Größe des Transplantates

Ausgemessen wurde auf einem Röntgenbild, das unmittelbar nach der Operation angefertigt wurde, die Höhe des Knochentransplantates, die Länge der Kontaktlinie des Transplantates mit der knöchernen Pfanne sowie der Winkel, zu dem die künstliche Pfanne durch das Transplantat überdacht wird (Abbildung 8).

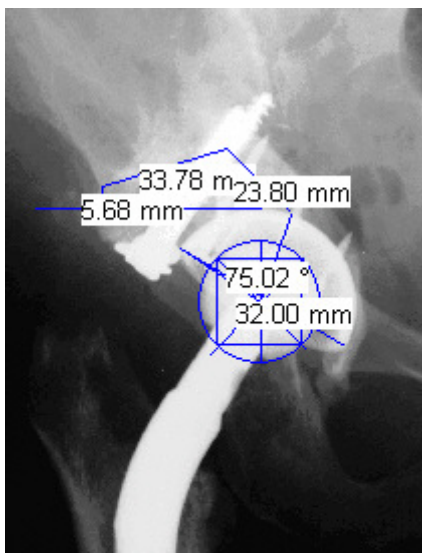


Abbildung 8

2.3.6 Demarkation

Bestimmt wurde anhand des Röntgenbildes, das zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung aufgenommen wurde, die Breite eines Demarkationssaumes und in welchem Teil der Pfanne diese auftrat. Grundlage hierfür waren die drei Zonen nach DeLee und Charnley (DeLee und Charnley, 1976) (Abbildung 9).

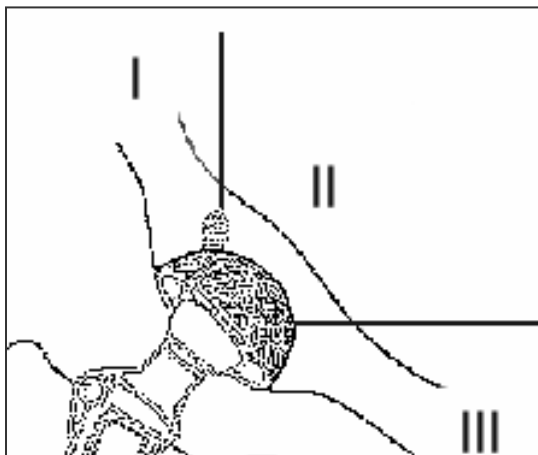


Abbildung 9

2.3.7 Ektopische Ossifikationen

Ektopische Verknöcherungen oder Verkalkungen können nach Operationen am Hüftgelenk als Komplikation auftreten. Auf einem Röntgenbild der Hüfte kann das Ausmaß und die Lokalisation dieser Verkalkungen beurteilt und nach Brooker (Brooker et al., 1973) in vier Schweregrade eingeteilt werden (Tabelle 2). Das Ausmaß möglicher Ossifikationen wurde auf der bei der Nachuntersuchung angefertigten Beckenübersichtsaufnahme bestimmt.

Einteilung nach Brooker	Radiologische Merkmale
Brooker 1	Knocheninseln
Brooker 2	Knochenspangen vom Becken oder Femur mit > 1 cm Abstand voneinander
Brooker 3	Knochenspangen vom Becken oder Femur mit < 1 cm Abstand voneinander
Brooker 4	Ankylose der Hüfte

Tabelle 2

2.3.8 Dezentrierung

Die Dezentrierung des Hüftkopfes in der Pfanne wurde als Maß für den Verschleiß des Polyethyleninlays der Pfanne bestimmt. Angenähert wurde sie durch die Hälfte der Differenz des größten und kleinsten Kopfabstandes zur Metallpfanne (Griffith et al., 1978).

2.4 Überlebenszeiten der Prothesen

Es wurde der letzte Zeitpunkt ermittelt, an dem die Endoprothese keine Auffälligkeiten zeigte. Dazu wurden neben der Untersuchung im Rahmen des Follow-Ups in der Patientenakte dokumentierte Nachuntersuchungen, archivierte Röntgenbilder und ausgewertete Fragebögen herangezogen.

2.5 Revisionen

Die Revisionen wurden näher beleuchtet und Faktoren, die ein frühzeitiges Versagen der Endoprothese begünstigen könnten, mit den Durchschnittswerten aller Prothesen verglichen.

2.6 Datenanalyse

Die Daten, die aus den Patientenakten, der Nachuntersuchung und der Auswertung der Röntgenbilder gewonnen wurden, wurden mit Hilfe des Statistikprogrammes SPSS Version 11.5.1 und 12.0, für das eine Abteilungslizenz vorliegt, dokumentiert und bearbeitet.

2.6.1 Angewandte statistische Verfahren

Häufig berechnet wurde der Mittelwert, hierunter versteht man das arithmetische Mittel. Da dieser Wert äußerst anfällig ist für Ausreißer, wurde oft der Median mit angegeben. Der Median ist der Wert, der in der Mitte aller beobachteten Werte liegt und deshalb von Ausreißern nicht so stark beeinflusst wird.

Wenn es von Interesse war, wurden die Extremwerte, also Minimal- und Maximalwerte mit angegeben, um die Spannweite der Ausprägungen aufzuzeigen.

Um die Streuung der Werte um den Mittelwert genauer darzustellen, verwendet man die Standardabweichung. Anschauliche Bedeutung erhält die Standardabweichung, wenn man bedenkt, dass etwa 95% aller Werte sich in einem Intervall von zwei Standardabweichungen ober- und unterhalb des Mittelwertes befinden.

Der Vergleich zweier Mittelwerte ist von Belang, wenn man eine Aussage darüber machen möchte, ob ein beobachteter Unterschied zufällig auftritt oder tatsächlich signifikant ist. Verwendet wird hierzu bei Normalverteilungen der T-Test. Die Nullhypothese (H_0) besagt, dass die beobachteten Unterschiede zufälliger Natur sind. Die Gegenhypothese H_1 besagt dagegen, dass die Unterschiede aus der Herkunft aus zwei unterschiedlichen Stichproben resultieren und nicht zufällig entstanden sind. H_0 kann verworfen werden und H_1 ist erfüllt, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit $p < 0,05$ ist. Dann spricht man von einem signifikanten Unterschied zweier Mittelwerte.

Stammen die einzelnen Werte, deren Mittel man miteinander vergleichen will, nicht aus Normalverteilungen, muss man nichtparametrische Tests verwenden. Anwendung fand dann der Mann-Whitney-U-Test, ein Rang-Test für unabhängige Stichproben. Auch hierbei spricht ein $p < 0,05$ für einen signifikanten Unterschied.

Zur Entscheidung, ob die Verteilung der Werte einer Stichprobe einer Normalverteilung entspricht, wird ein Histogramm angefertigt. Nähert sich die Verteilung einer Gaußschen Glockenkurve an, geht man von einer Normalverteilung aus.

Ist die Entscheidung anhand der Kurve nicht eindeutig zu treffen, kann man den Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest anwenden. Hier spricht ein nicht signifikantes Ergebnis ($p > 0,05$) für eine hinreichend normalverteilte Stichprobe.

Konnte man aufgrund des Histogramms nicht eindeutig über Normalverteilung oder Nicht-Normalverteilung entscheiden, wurde zur Sicherheit neben dem T-Test ein nichtparametrischer Test angewandt. Nur wenn beide Tests zu einem signifikanten Unterschied kamen, wurde dies in dieser Studie angeführt.

Für die Gegenüberstellung von Häufigkeiten eines Ereignisses in zwei unabhängigen Gruppen fand das Chi-Quadrat nach Pearson Anwendung. Wiederum gibt hier die asymptotische Signifikanz p (2-seitig) die Auskunft über ein signifikantes Ergebnis.

3. ERGEBNISSE

3.1 Klinische Ergebnisse

3.1.1 Nachuntersuchung

Im Untersuchungszeitraum von 1984 bis 2002 wurden insgesamt 209 Eingriffe bei 184 Patienten durchgeführt. Dabei wurden 125 autologe und 71 homologe Knochentransplantate zur Pfannendachrekonstruktion verwendet.

Von den operierten Patienten waren zwölf inzwischen verstorben (mit 13 operierten Hüftgelenken). Von weiteren 13 Patienten war die aktuelle Anschrift nicht in Erfahrung zu bringen. Jeweils vier Patienten erlaubte eine weite Anfahrt bzw. ein schlechter Allgemeinzustand nicht das Wahrnehmen einer Nachuntersuchung. Bei 21 Patienten war eine Nachuntersuchung aufgrund eines Pfannenwechsels in der Zwischenzeit nicht mehr möglich (Diagramm 1).

Insgesamt 32 der zurückgesandten Fragebögen ließen sich auswerten und gaben neue Informationen bezüglich des Zustandes der Patienten.

Da zusätzlich zu den Ergebnissen der Nachuntersuchung die Fragebögen, Patientenakten und archivierte Röntgenbilder herangezogen und ausgewertet wurden, ergaben sich bei den einzelnen Kategorien unterschiedliche Fallzahlen. Diese werden in den verschiedenen Kapiteln aufgeführt.

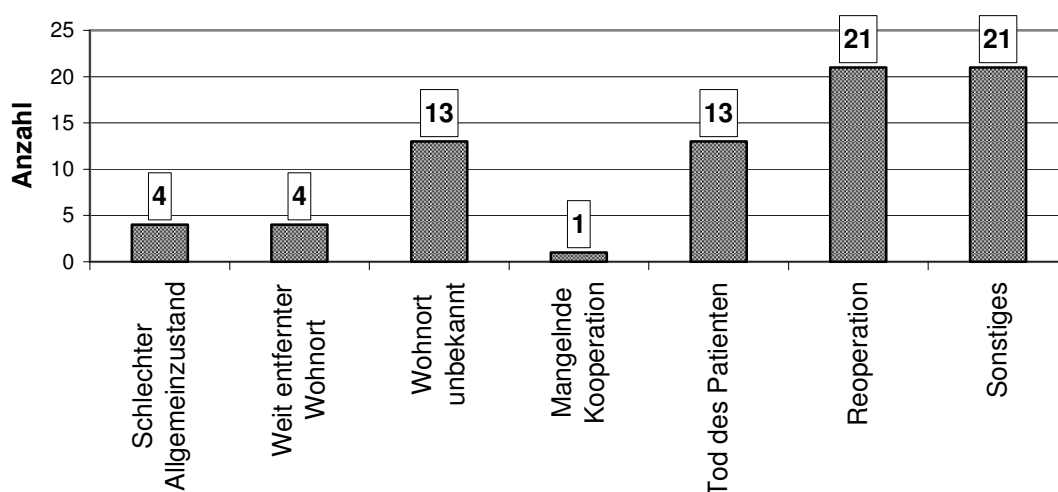


Diagramm 1

Der durchschnittliche Beobachtungszeitraum betrug 6,71 Jahre (etwa 6 Jahre und 8 Monate) nach OP. Im Diagramm 2 ist dargestellt, in welchem postoperativen Jahr die

Hüftgelenke zum letzten Mal nachuntersucht wurden. Auf der y-Achse kann die Anzahl der untersuchten Hüftgelenke für das jeweilige postoperative Jahr (x-Achse) abgelesen werden.

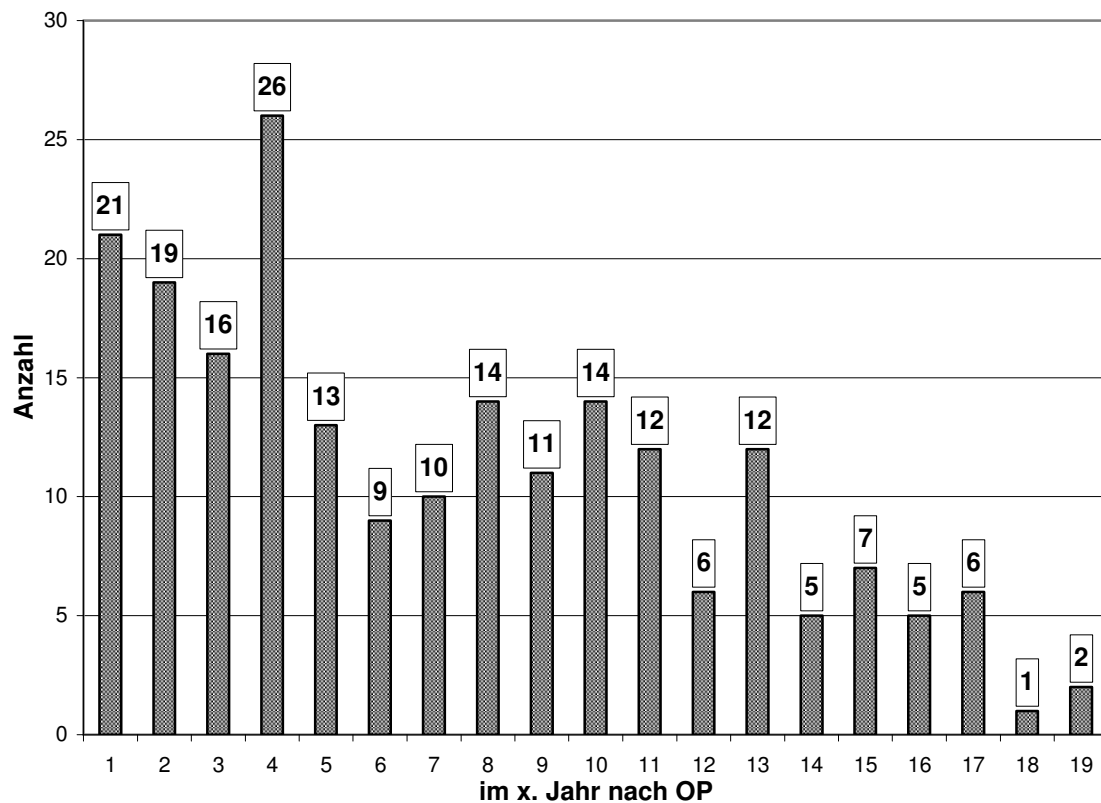


Diagramm 2

3.1.2 Geschlecht

Von den insgesamt 181 Patienten waren 145 weiblichen Geschlechts (80,1%). Dagegen waren nur 36 der untersuchten Patienten Männer (19,9%). Eine ähnliche Verteilung ergab sich bei Betrachtung der Anzahl der operierten Hüftgelenke. Hier betrafen 40 (19,1%) der insgesamt 209 Eingriffe männliche Patienten, 169 (80,9%) entfielen auf weibliche Patienten.

3.1.3 Körpergewicht, Körpergröße und Body-Mass-Index

Von acht Patienten waren keine Angaben zu Größe und Gewicht dokumentiert worden. Von den 173 Patienten, bei denen Größe und Gewicht bestimmt werden konnten, waren

die 35 Männer durchschnittlich 78,3 kg schwer und 170,6 cm groß, die 138 weiblichen Patienten etwa 68,9 kg schwer und 161,9 cm groß. Das Durchschnittsgewicht aller Patienten lag dabei bei 70,8 kg, die Durchschnittsgröße bei 163,7 cm. Der durchschnittliche BMI betrug 26,4. Für die männlichen Patienten bedeutete dies einen BMI von 26,8, für die weiblichen 26,3. 42,2% der Patienten lagen in dem Bereich, den man als normalgewichtig bezeichnet, 55,5% befanden sich darüber und 2,3% darunter.

3.1.4 Operationsalter

Das durchschnittliche Alter aller Patienten zum Operationszeitpunkt war 56,4 Jahre. Zur genauen Verteilung des Operationsalters siehe Diagramm 3.

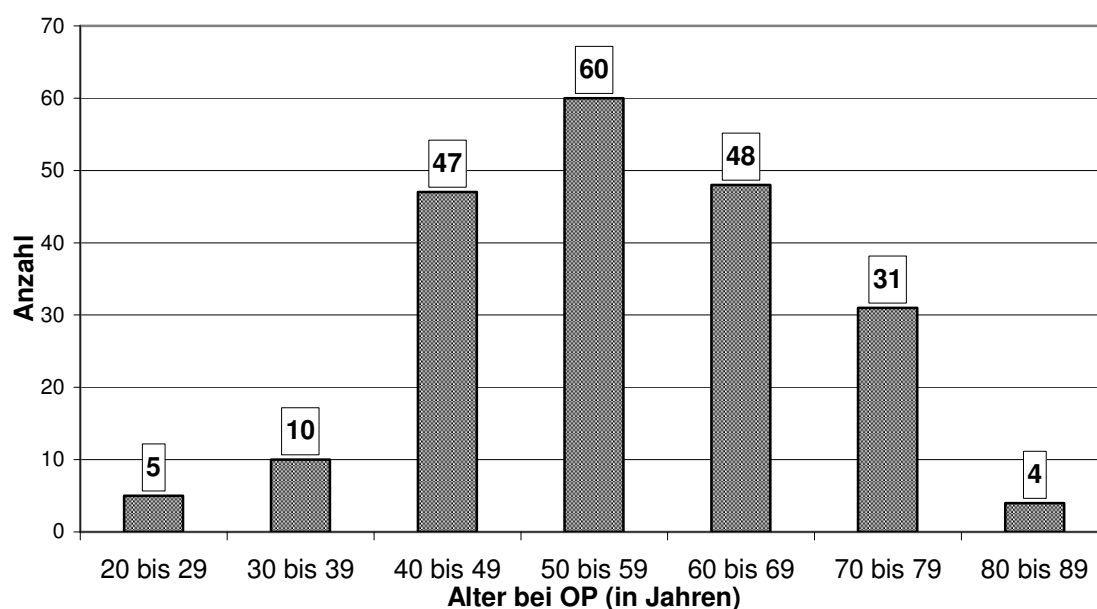


Diagramm 3

Aufgeschlüsselt nach Geschlecht ergab sich für die weiblichen Patienten ein Durchschnittsalter von 57,1 Jahren, die jüngste Patientin war zum Operationszeitpunkt 23, die Älteste 86 Jahre alt. Das Durchschnittsalter der männlichen Patienten betrug 53,6 Jahre mit 26 und 80 Jahre als Extremwerte. Lediglich für vier der insgesamt 209 Operationen ließen sich bezüglich des Operationsalters keine Daten erheben.

Es soll untersucht werden, ob dieser Unterschied der Mittelwerte bei den beiden Geschlechtern rein zufällig bei unserer Stichprobe auftrat oder ob tatsächlich ein signifikanter Altersunterschied zum Zeitpunkt der Operation zwischen männlichen und weiblichen Patienten bestand. Die Berechnungen werden exemplarisch an dieser

Gruppe erläutert. Bei weiteren Prüfungen zu signifikanten Mittelwertsunterschieden wird ebenso verfahren, die einzelnen Schritte jedoch nicht mehr beschrieben.

Es muss zunächst geprüft werden, ob die Werte der jeweiligen Gruppe einer Normalverteilung entstammen. Dazu werden Histogramme für beide Gruppen angefertigt (Diagramm 4 und 5).

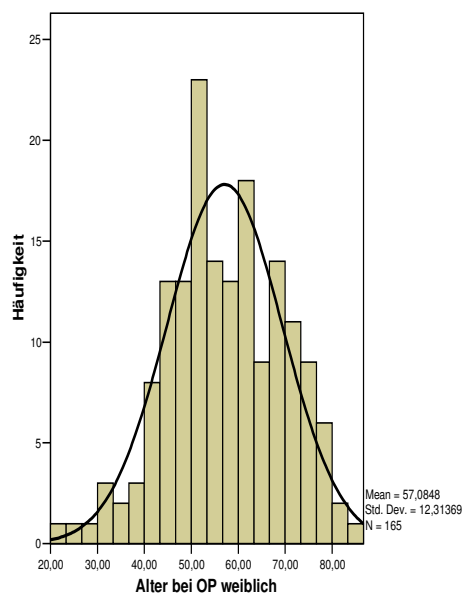


Diagramm 4

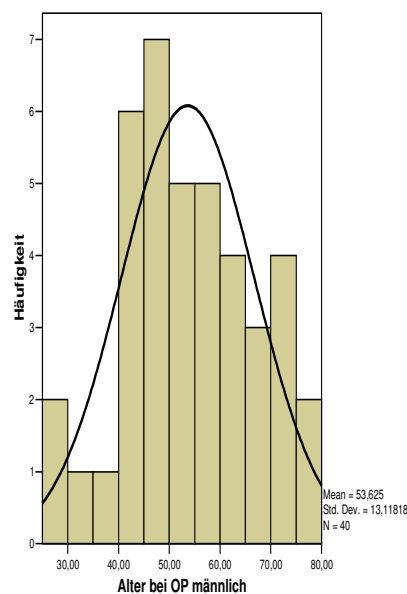


Diagramm 5

Hier wird deutlich, dass bei den weiblichen Patienten die Werte normalverteilt aussehen, während bei den männlichen Patienten dies eher nicht zutrifft. Zur Prüfung der Normalverteilung kann noch zusätzlich der Kolmogorov-Smirnov-Test angewandt werden. Hier ergibt sich ein p-Wert von 0,762 für die weibliche und 0,991 für die männliche Gruppe. Wenn $p > 0,05$ spricht dies für einen nicht signifikanten Unterschied der einzelnen Werte, was bedeutet, dass die Werte hinreichend normalverteilt sind. Bei normalverteilten Stichproben kommt der T-Test zur Anwendung, will man die Mittelwerte der beiden Gruppen auf einen signifikanten Unterschied überprüfen. Hier ergibt sich für die asymptotische Signifikanz (2-seitig) ein Wert von 0,117. Zur Sicherheit wird zusätzlich ein nichtparametrischer Test angewandt. Die asymptotische Signifikanz beim Mann-Whitney-U-Test ergibt 0,113. Es besteht also kein signifikanter Unterschied zwischen der männlichen und der weiblichen Altersverteilung zum Operationszeitpunkt.

Aufgeteilt nach Art des Eingriffs ergab sich für die Primärimplantation einer TEP ein Durchschnittsalter von 53,4 Jahren (132 Eingriffe). Bei den Wechseloperationen (69 Fälle) betrug dies 62,6 Jahre. Zur Prüfung, ob dieser Unterschied rein zufällig entstanden ist oder nicht, wird ebenso verfahren wie oben beschrieben. Zuerst werden die beiden Gruppen auf ihre Normalverteilung überprüft (Diagramme 6 und 7).

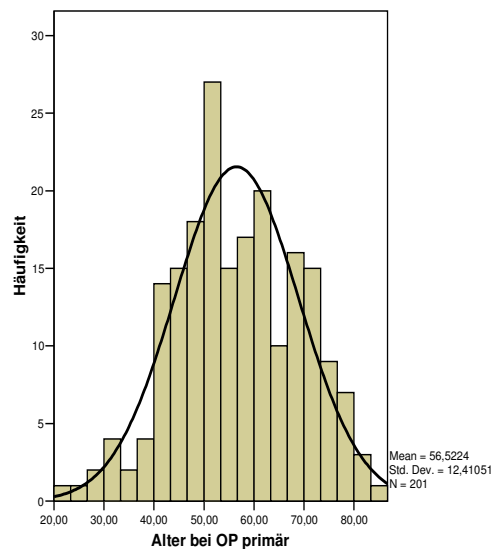


Diagramm 6

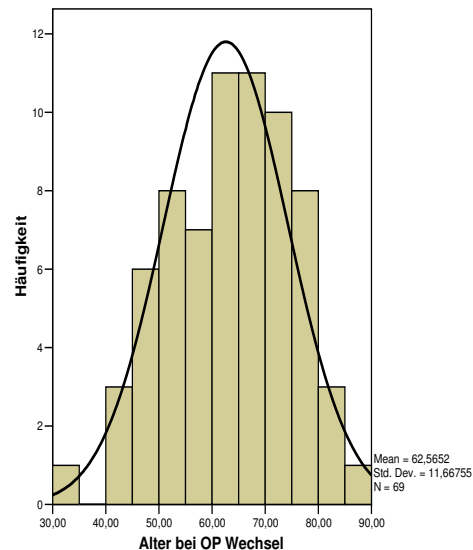


Diagramm 7

Beide Histogramme sehen annähernd normalverteilt aus. Zur Überprüfung wird erneut der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest verwendet. Für die Primäroperationen ergibt sich ein $p=0,891$, für die Wechseloperationen ein $p=0,731$. Das spricht bei beiden Gruppen für eine Normalverteilung. Der T-Test zum Vergleich beider Mittelwerte ergibt eine asymptotische Signifikanz von 0,000. Und auch der für den Fall einer Nicht-Normalverteilung angewandte Mann-Whitney-U-Test zeigt eine Signifikanz von 0,000. Also kann man von einem signifikanten Unterschied des durchschnittlichen Operationsalters bei Primärimplantationen und Wechseloperationen ausgehen.

Bei der Bestimmung des Operationsalters bezogen auf die Art des verwendeten Transplantates ergab sich für die Empfänger von autologen Transplantaten ein Durchschnittsalter von 53,8 Jahren, bei den Empfängern von homologen Transplantaten von 61,8 Jahren. Auch dieses Ergebnis wird auf einen signifikanten Unterschied untersucht. Dabei wird ebenso verfahren wie oben. Sowohl der T-Test als auch der Mann-Whitney-U-Test zeigen einen signifikanten Altersunterschied in den beiden Gruppen (asymptotische Signifikanz $p=0,000$).

3.1.5 Seitenlokalisation

151 Patienten wurden an einem Hüftgelenk operiert, wobei bei einer Patientin das rechte Hüftgelenk im Verlauf zweimal mit einer Pfannendachplastik versorgt wurde. Bei 27 Patienten war die Operation im Untersuchungszeitraum an beiden Hüftgelenken vorgenommen worden. Bei nur zwei der 181 Patienten (drei Eingriffen) ließen sich zu der Seitenlokalisation keine Aussagen treffen.

Somit wurden von den 206 Eingriffen, zu denen Daten zu erheben waren, 48,3% rechtsseitig und 52,7% linksseitig durchgeführt.

3.1.6 Ätiologie

In 202 Fällen konnte der Grund, aus dem die Hüft-TEP-Implantation in Kombination mit einer Pfannendachplastik erforderlich war, bestimmt werden. Davon war in 61,4% die Operation in einer Hüftgelenksdysplasie begründet, in 34,2% war ein TEP-Wechsel die Ursache. Nur 4,5% entfielen auf andere Ursachen (Tabelle 3). Bei sieben Eingriffen ließen sich zum Operationsgrund keine Angaben finden.

Ätiologie	Anzahl	Prozent
Dysplasie	124	61,4
Wechseloperation	69	34,2
Primäre chronische Polyarthrit	2	1,0
Infektion	1	0,5
Traumatische Arthrose	2	1,0
Epiphysiolyse capitis femoris	1	0,5
Morbus Perthes	1	0,5
Hüftkopfnekrose	2	1,0

Tabelle 3

3.1.7 Kontralaterales Hüftgelenk

Von den 201 Hüftgelenken der Gegenseite, zu denen Angaben gemacht werden konnten, zeigten nur 34,8% zum Operationszeitpunkt keine Schäden. Bei 26,9% waren arthrotische Veränderungen auf dem Röntgenbild erkennbar und 38,3% bereits mit einer

Endoprothese versorgt. Lediglich von acht Hüften konnte aufgrund fehlender Röntgenbilder keine Aussage dazu gemacht werden.

3.1.8 Voroperationen

Von den 195 Fällen, zu denen Angaben bezüglich Voroperationen gemacht werden konnten, war bei 86 Fällen (44,1%) die TEP-Implantation mit Pfannendachrekonstruktion der erste Eingriff an dem betroffenen Hüftgelenk. In 109 Fällen (55,9%) wurden bereits Operationen durchgeführt, 17 Patienten wurden sogar mehrfach operiert. Die Art dieser 126 Voroperationen ist aus Diagramm 8 ersichtlich.

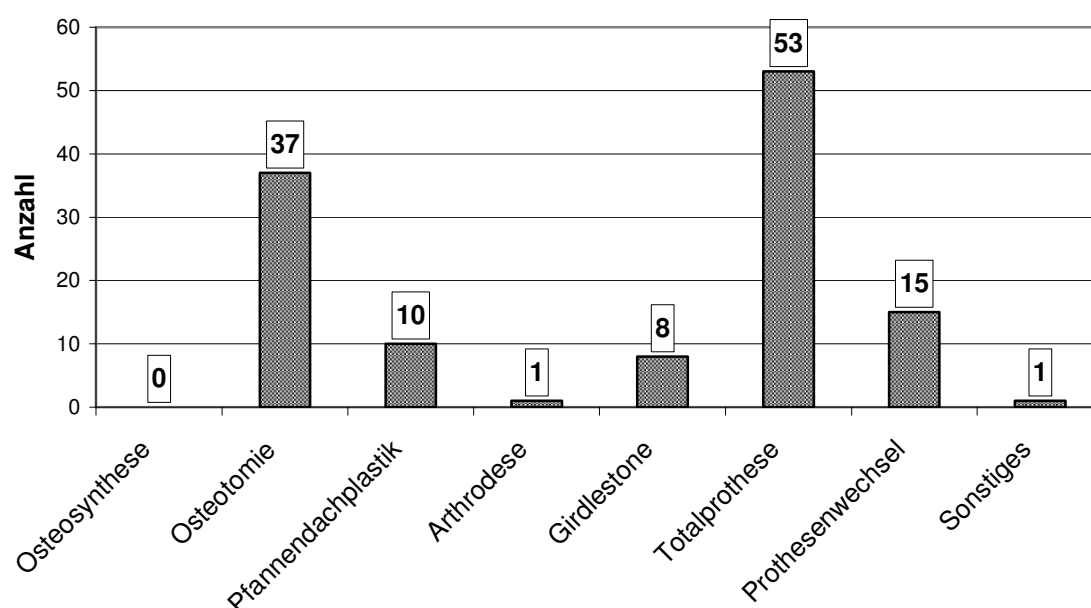


Diagramm 8

3.1.9 Risikofaktoren

Bezüglich der perioperativen Risikofaktoren ließen sich bei 195 Eingriffen Angaben machen. Nur bei 23,1% dieser Eingriffe ließ sich kein erhöhtes Risiko ausmachen. In den restlichen 76,9% waren Risikofaktoren vorhanden, bei 27,1% sogar mehrere. Zum größten Teil betraf dies Erkrankungen anderer Gelenke. Herz- und Kreislauferkrankungen und Adipositas waren die nächst häufigen Risikofaktoren (Diagramm 9).

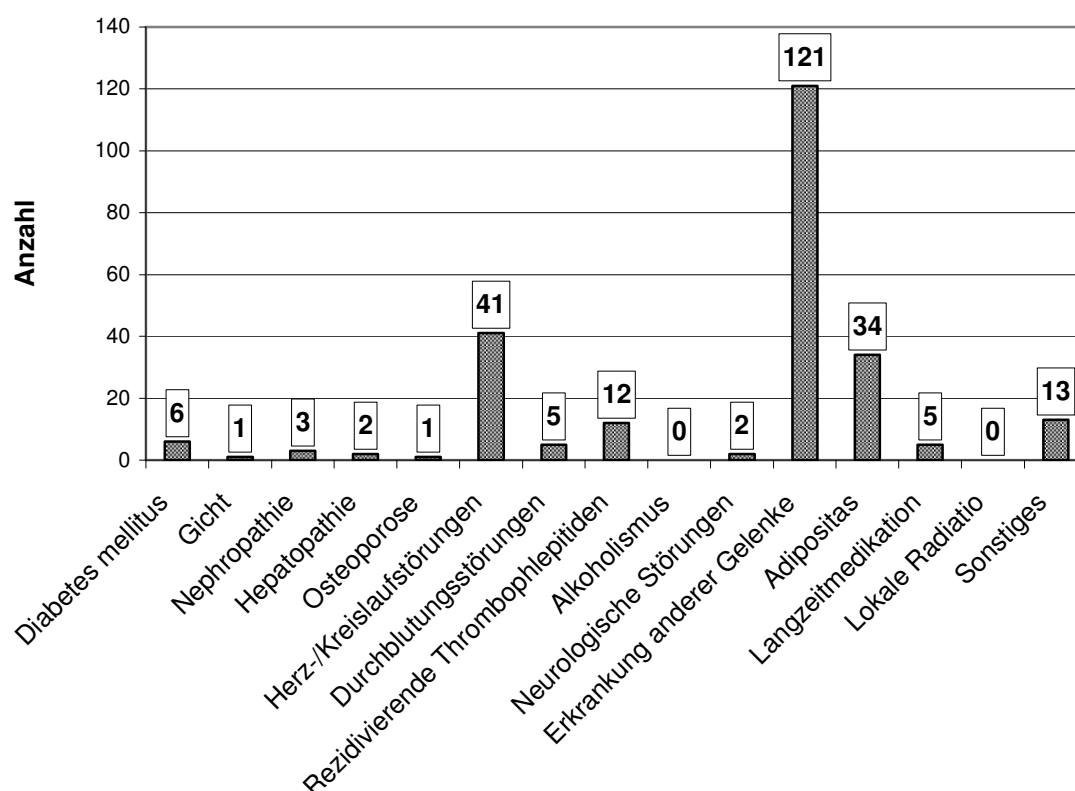


Diagramm 9

3.1.10 Score nach Merle d'Aubigné

3.1.10.1 Beweglichkeit des Hüftgelenkes

Die Beweglichkeit konnte je nach Art der Bewegung präoperativ in 168 bis 173 Fällen bestimmt werden, im Rahmen einer Nachuntersuchung in 130 bis 149 Fällen. Der durchschnittliche Score für die Beweglichkeit nach Merle d'Aubigné ergab präoperativ 3,8 Punkte. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurde ein Wert von 5,0 Punkten erhoben (Diagramm 13). Dies ist eine signifikante Verbesserung des Bewegungsausmaßes ($p=0,000$ im Mann-Whitney-U-Test).

Aufgeteilt nach Art des Transplantates ergab sich eine postoperative Punkteanzahl für die autologen Transplantate von 4,8. Bei den homologen Transplantaten betrug dieser Wert 5,2. Dies bedeutet einen beinahe hoch signifikanten Unterschied ($p=0,052$ im Mann-Whitney-U-Test).

Wie in den folgenden Kapiteln näher erläutert wird, verbesserten sich die Bewegungsausmaße im Vergleich zu den präoperativ bestimmten Werten in allen drei Kategorien. Auch die Neutralstellung wurde angenähert oder sogar erreicht.

3.1.10.1.1 Flexion-Extension

Die Flexion wurde um $18,8^\circ$ auf durchschnittlich $88,7^\circ$ vergrößert, die Neutralstellung um $5,1^\circ$ auf $1,7^\circ$ verringert. Die genauen Durchschnittswerte können Diagramm 10 entnommen werden.

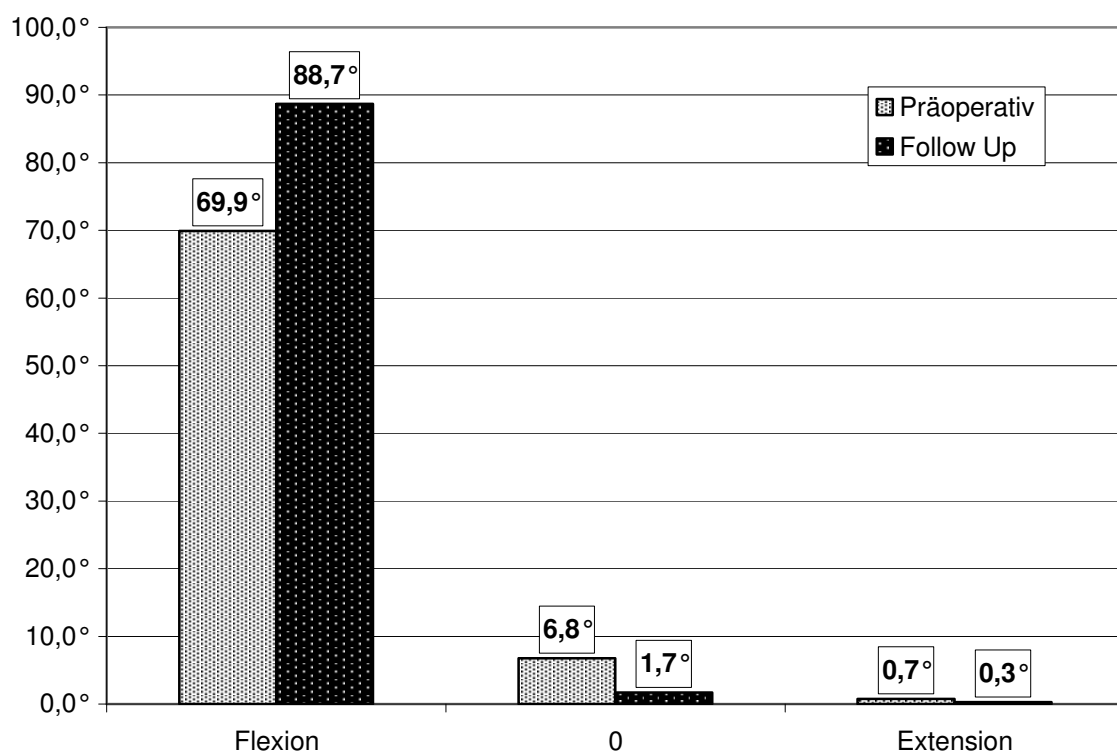


Diagramm 10

3.1.10.1.2 Innenrotation-Außenrotation

Die mittlere Innenrotation wurde um $6,7^\circ$ auf $15,0^\circ$, die Außenrotation um $10,5^\circ$ auf $22,2^\circ$ erweitert. Die Neutralstellung wurde um $1,2^\circ$ gesenkt (Diagramm 11).

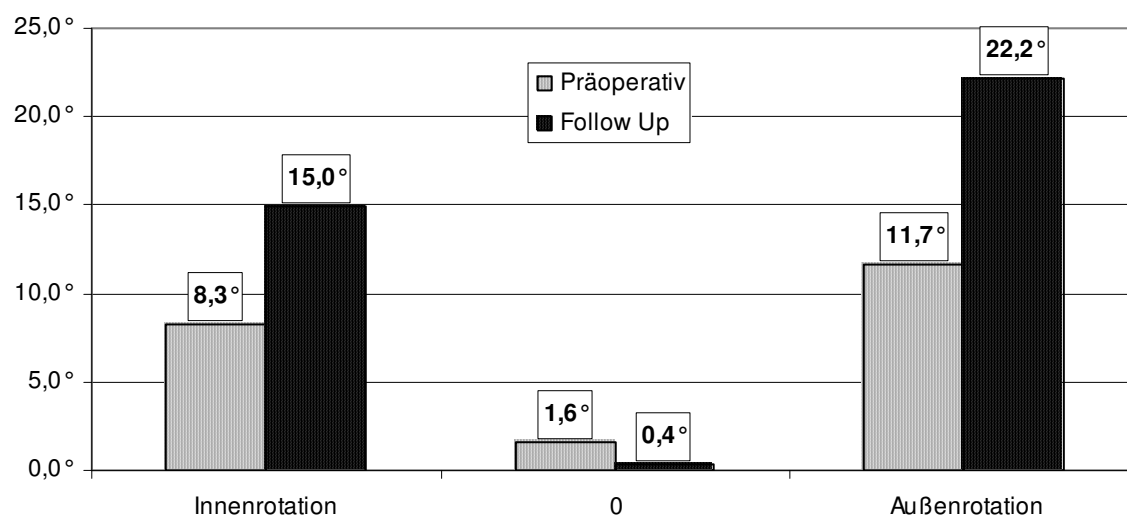


Diagramm 11

3.1.10.1.3 Abduktion-Adduktion

Die Abduktion war bei der Nachuntersuchung durchschnittlich bis $27,8^\circ$ möglich, das sind $11,9^\circ$ mehr als vor der Operation. Auch die Adduktion verbesserte sich um $7,1^\circ$ auf durchschnittlich $21,5^\circ$ zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung. Die Neutralstellung konnte auf 0° gesenkt werden (Diagramm 12).

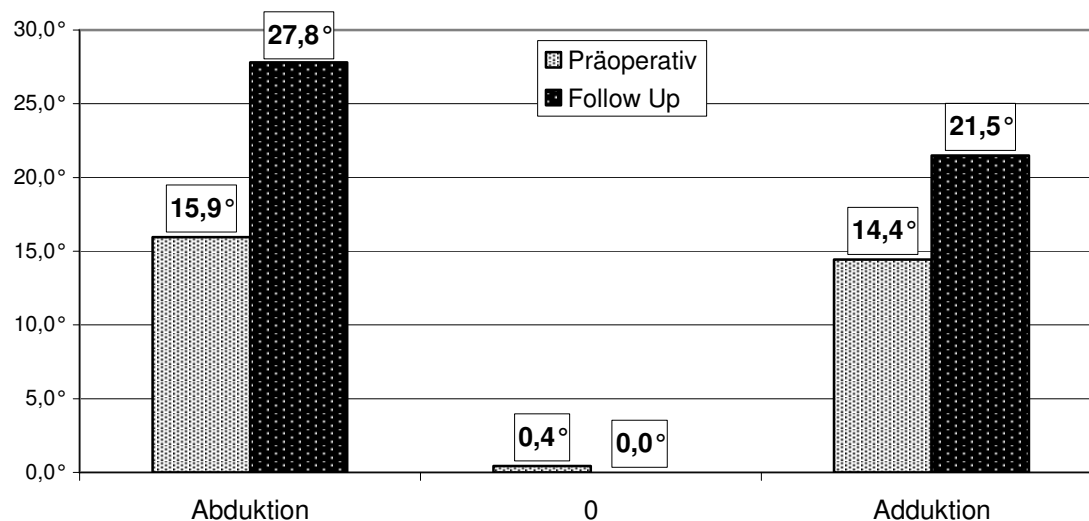


Diagramm 12

3.1.10.2 Hüftschmerzen

Präoperativ konnte bei 160 Eingriffen die Schwere der Hüftgelenksschmerzen bestimmt werden. Im Rahmen einer Nachuntersuchung konnte dieser Wert in 142 Fällen bestimmt werden. Durchschnittlich ergab sich präoperativ ein Wert von 2,9 Punkten, beim Follow Up betrug dieser 5,7 von insgesamt möglichen 6 Punkten (Diagramm 13). Dies bedeutet erneut eine signifikante Verbesserung des Scores ($p=0,000$ im Mann-Whitney-U-Test).

Dabei unterschieden sich die Werte für die autologen (5,7 Punkte) und homologen (5,6 Punkte) Transplantate kaum, was auch keinen signifikanten Unterschied zur Folge hatte ($p=0,896$ im Mann-Whitney-U-Test).

3.1.10.3 Gang

Die Beurteilung des Gangbildes und der Benutzung von Hilfsmitteln erfolgte präoperativ bei 158 Eingriffen. Beim Follow Up konnte dieser Wert in 134 Fällen bestimmt werden. Präoperativ ergab sich ein Durchschnittswert von 3,1 Punkten, dieser betrug bei der Nachuntersuchung 4,7 Punkte (Diagramm 13). Wiederum ist dies eine signifikante Verbesserung des Scores ($p=0,000$ im Mann-Whitney-U-Test).

Bei den autologen Transplantaten betrug der Score für das Gangbild 4,9 Punkte, bei den homologen 4,5 Punkte. Dies ist kein signifikanter Unterschied ($p=0,229$ im Mann-Whitney-U-Test).

3.1.10.4 Gesamtscore

Der Gesamtscore konnte präoperativ in 149, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung in 134 Fällen vollständig bestimmt werden. Dabei wurde der durchschnittliche präoperative Wert von 9,8 Punkten signifikant auf 15,3 von insgesamt 18 möglichen Punkten verbessert (Diagramm 13). Die asymptotische Signifikanz im Mann-Whitney-U-Test betrug 0,000.

Dabei ergaben sich postoperativ für autologe und homologe Transplantate die gleichen Mittelwerte.

Die Punktedifferenz zwischen dem präoperativen Score und dem beim Follow Up konnte in 105 Fällen bestimmt werden. Sie betrug durchschnittlich 5,8 Punkte. Als Extremwerte ergaben sich -8 Punkte (das heißt eine Verschlechterung des Scores im Vergleich zum präoperativ erhobenen Wert um 8 Punkte) und 13 Punkte (also eine Verbesserung durch die Operation um 13 Punkte).

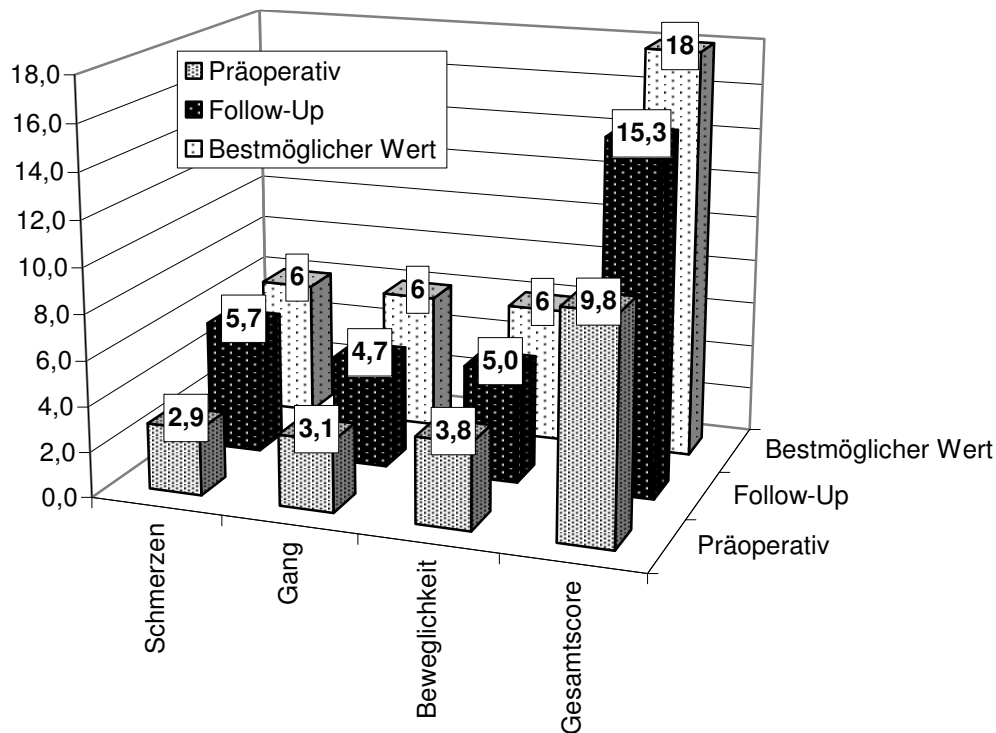


Diagramm 13

3.1.11 Beinlängendifferenz

Eine mögliche Beinlängendifferenz war nur bei 163 Eingriffen präoperativ dokumentiert worden, postoperativ (zumeist zum Zeitpunkt des Follow-Ups) wurden bei 127 Fällen Zahlen erhoben. War im Mittel das betroffene Bein vor der Operation um 2,0 cm kürzer als das Gegenseitige, verminderte sich diese Verkürzung durch den Eingriff auf 0,1 cm. Auch die Extremwerte verschoben sich mehr in Richtung des positiven Bereichs (Tabelle 4).

	Präoperativ	Postoperativ
Anzahl	164	127
Mittelwert	-1,96 cm	-0,09 cm
Median	-2,0 cm	0 cm
Minimum	-8 cm	-5 cm
Maximum	4 cm	8 cm

Tabelle 4

Es wurde untersucht, ob dieser Mittelwertsunterschied zufällig in der Stichprobe auftrat oder ob durch die Operation eine Beinlängenverkürzung tatsächlich verringert werden konnte. Beide Stichproben (Beinlängendifferenz präoperativ und Beinlängendifferenz zum Zeitpunkt des Follow-Ups) sind nicht normalverteilt. Beim nichtparametrischen Mann-Whitney-U-Test ergibt sich eine asymptotische Signifikanz $p=0,000$. Es kann also von einer durch die Operation signifikant geminderten Beinlängendifferenz ausgegangen werden.

3.1.12 Pfannentyp und Kopfgröße

Im Untersuchungszeitraum wurde zumeist eine Grisspfanne (Titangitterpfanne) implantiert, wie es in Marburg bei TEP-Implantationen der Standard ist. Dies geschah in 188 Fällen (93,5%). Bei sechs Fällen (3,0%) wurde eine unzementierte, in sieben Fällen (3,5 %) eine zementierte Polyethylenpfanne verwendet. Damit konnte bei 201 Eingriffen die implantierte Pfanne bestimmt werden, in acht Fällen konnte aufgrund fehlender Röntgenbilder keine Aussage getroffen werden.

Bei den 69 Revisionseingriffen konnte in 61 Fällen die Art der vorigen, auszubauenden Pfanne bestimmt werden (Diagramm 14).

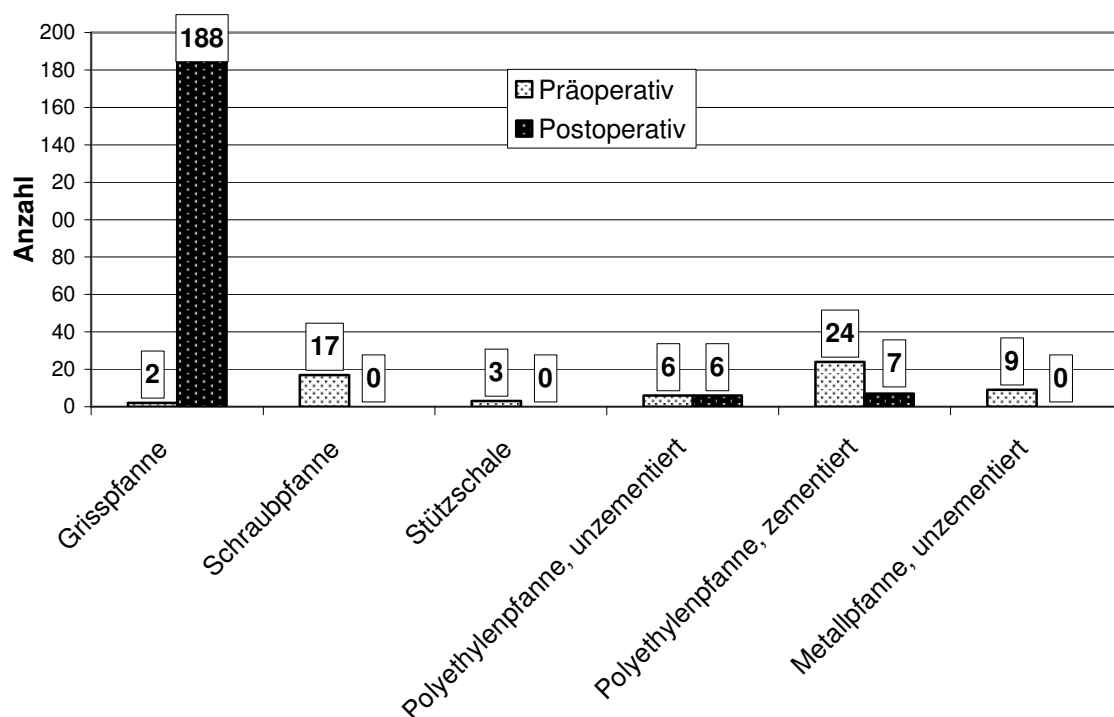


Diagramm 14

Der Kopfdurchmesser des eingebauten Schaftes konnte in nur sechs Fällen aufgrund fehlender Röntgenbilder nicht bestimmt werden. In den restlichen 203 Fällen wurden bei 116 Eingriffen (57,1%) 32mm-Köpfe benutzt, in 86 Fällen (42,4%) 28mm-Köpfe. In einem Fall (0,5%) war ein kleiner, 22mm messender Hüftkopf verwendet worden.

3.1.13 Ursache eines TEP-Wechsels

In 68 der insgesamt 69 durchgeführten Wechseloperationen konnte die Ursache für den notwendig gewordenen Ausbau der alten Prothese und den Einbau einer neuen TEP mit Pfannendachaufbau bestimmt werden. Die aseptische Implantatlockerung war mit 82,6 % die häufigste Ursache für das Versagen der Endoprothese (Tabelle 5).

Ursache	Fälle
Aseptische Lockerung	57 (83,8%)
Septische Lockerung	1 (1,5%)
Girdlestone-Situation	7 (10,3%)
Sonstiges	3 (4,4%)

Tabelle 5

3.1.14 Art des Knochentransplantates

Bei 196 Eingriffen ließen sich Angaben zu der Art des Knochentransplantates ausmachen. Von diesen Fällen waren 125 (63,8%) autologe und 71 (36,2%) homologe Transplantate. In 13 Fällen konnte die Art des Transplantates nicht bestimmt werden.

Bei den 127 primären Operationen wurde in 124 Fällen (97,6%) autologer Knochen verwendet. In nur drei Fällen (2,4%) musste auf homologes Knochenmaterial zurückgegriffen werden. Bei den Wechseloperationen wurde in 68 von 69 Fällen (98,6%) homologer Knochen, in einem Fall (1,4%) autologer Knochen zur Pfannendachrekonstruktion benutzt.

3.1.15 Frühkomplikationen

Im Rahmen der 195 Eingriffe, zu denen bezüglich der Komplikationen während des stationären Aufenthaltes Angaben gemacht werden konnten, kam es in 6 Fällen (3,1%) zu allgemeinen Komplikationen und in 28 Fällen (14,4%) zu lokalen Komplikationen. (Diagramm 15)

Die Art der aufgetretenen Komplikationen ist aus den Tabellen 6 und 7 ersichtlich.

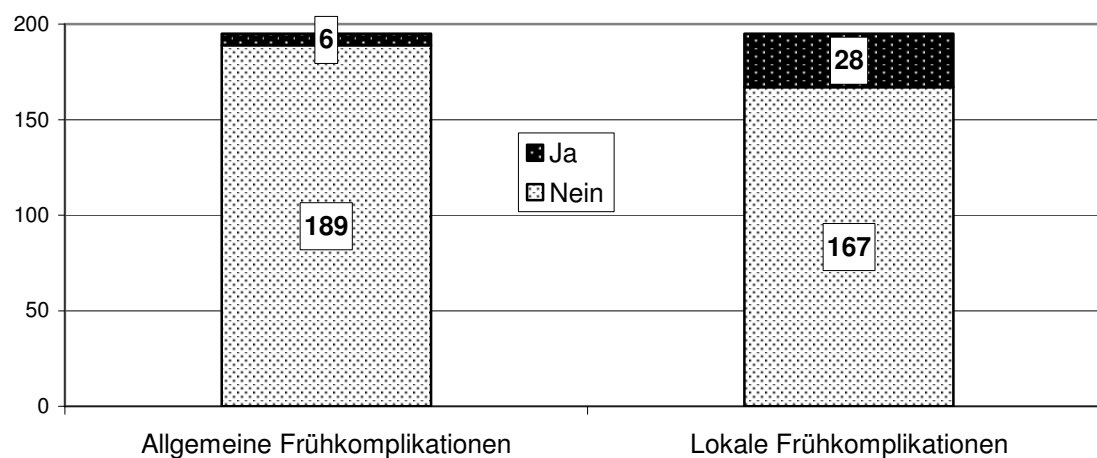


Diagramm 15

Allgemeine Frühkomplikation	Häufigkeit
Sepsis	0
Thrombose	2 (1,0%)
Lungenembolie	1 (0,5%)
Herz-/Kreislaufstörungen	4 (2,0%)
Tod	0

Tabelle 6

Lokale Frühkomplikation	Häufigkeit
Infekt	0
Hämatom	5 (2,6%)
Parese	6 (3,1%)
Acetabulumfraktur	0
Femurfraktur	7 (3,6%)
Pfannenlockerung	0
Schaftlockerung	0
Luxation	7 (3,6%)
Sonstiges	7 (3,6%)

Tabelle 7

Es soll betrachtet werden, ob die Komplikationshäufigkeiten sich bei den Primär- bzw. Wechseleingriffen unterscheiden.

Bei 181 Fällen konnten sowohl allgemeine Komplikationen bestimmt werden als auch eine Zuordnung getroffen werden, ob es sich um eine Primärimplantation oder einen TEP-Wechsel gehandelt hat. Allgemeine Komplikationen traten bei den 62 Prothesenwechseln nicht auf. Bei den 119 Primäreingriffen kam es in 4 Fällen (3,4%)

zu allgemeinen Frühkomplikationen. Im Chi-Quadrat-Test nach Pearson zeigte sich kein signifikanter Unterschied (asymptotische Signifikanz $p=0,144$).

Bei den lokalen Komplikationen konnten 178 Fälle untersucht werden. Hier kam es bei 13 von insgesamt 116 Primäreingriffen (11,2%) zu diesen Frühkomplikationen. Bei den Eingriffen, bei denen ein Prothesenwechsel die Ursache für die Operation war, betrugen diese Zahlen neun von insgesamt 62 (14,5%). Dies stellte wiederum keinen signifikanten Unterschied im Chi-Quadrat nach Pearson dar ($p=0,523$).

3.1.16 Spätkomplikationen

Bei den insgesamt 164 Fällen, die im Rahmen einer Nachuntersuchung beurteilt werden konnten oder bei denen die Aktenauswertung es zuließ, wurden folgende Spätkomplikationen ermittelt (Diagramm 16). Dabei traten in 89,0% der Fälle keine Komplikationen auf, in 11,0% kam es im weiteren Verlauf zu einer oder mehreren Komplikationen.

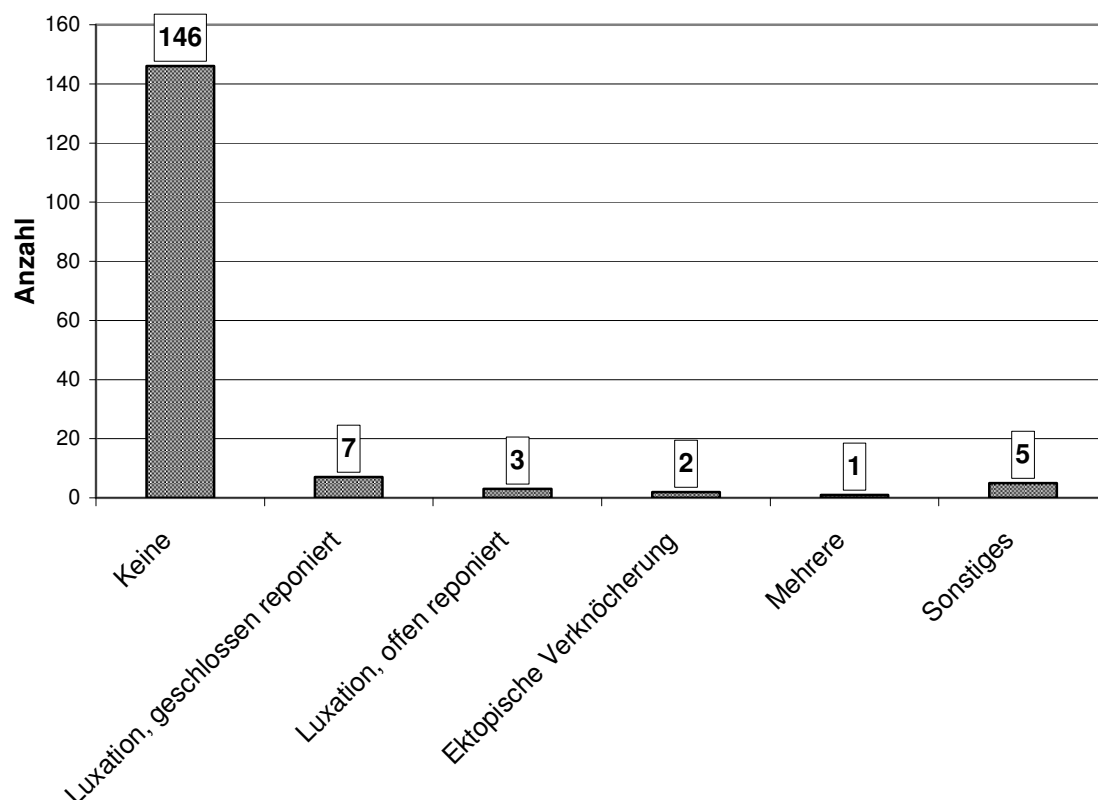


Diagramm 16

Berücksichtigt man die Art des Eingriffs ergibt sich für die Primärimplantationen eine Komplikationshäufigkeit von 8,5% (neun von 106 Fällen), für die Wechseleingriffe

16,1% (neun von 56 Fällen). Die asymptotische Signifikanz (2-seitig) zeigt keinen signifikanten Unterschied ($p=0,144$).

3.1.17 Behinderung der Gelenkfunktion

Zu 152 Hüftgelenken ließ sich eine mögliche Einschränkung der Gelenkfunktion ermitteln. Bei 96 Fällen von diesen (63,2%) war die Funktion des operierten Hüftgelenks nach Patientenangaben unbeeinträchtigt, bei den restlichen 56 (36,8%) war die Gelenkfunktion durch verschiedene Ursachen eingeschränkt, wobei sich bei acht Patienten mehrere Beschwerden auf die Funktion des Hüftgelenkes auswirkten (Diagramm 17).

Zwischen den Primärimplantationen (33,0%) und den Wechseloperationen (44,2%) gab es dabei keinen signifikanten Unterschied in der Häufigkeit der Behinderung ($p=0,177$).

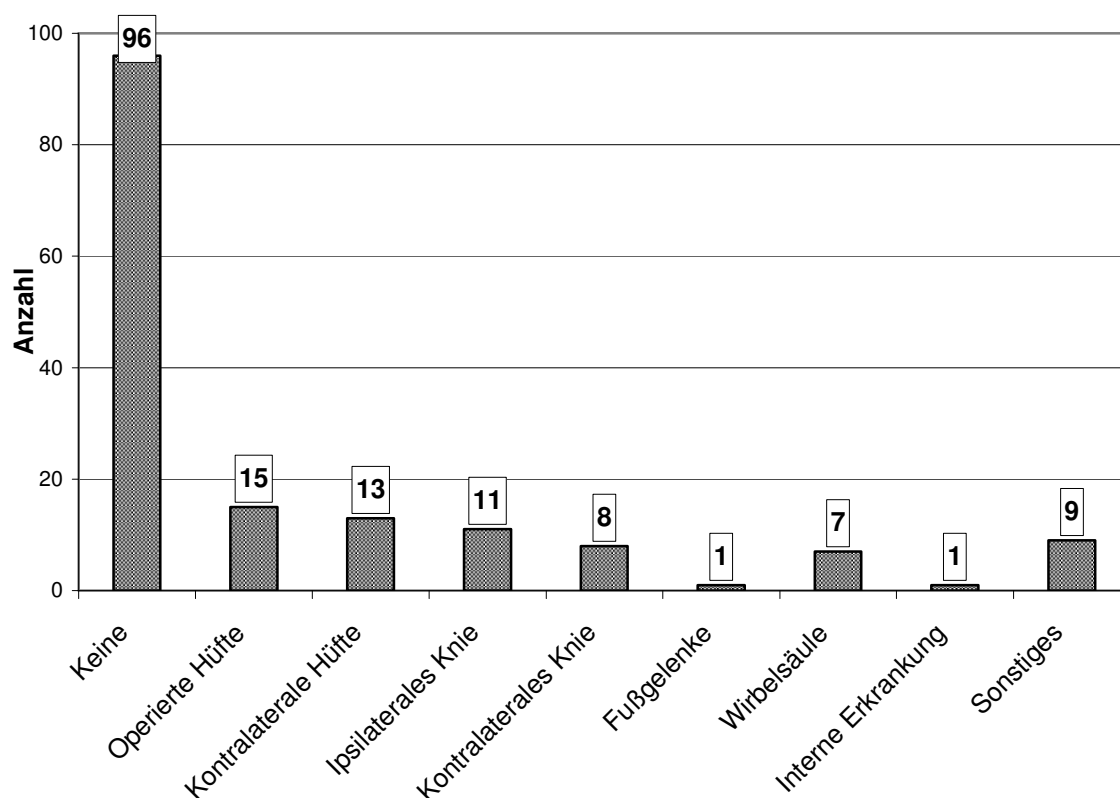


Diagramm 17

3.1.18 Schaftrevisionen

In insgesamt elf Fällen kam es zu einem Schaftwechsel im Beobachtungszeitraum. Diese wurden durchschnittlich sieben Jahre und acht Monate nach dem

Operationszeitpunkt durchgeführt. Dabei war die erste Schaftrevision nach zwei Jahren und zwei Monaten notwendig geworden, die letzte 16 Jahre nach OP.

Dabei kam es nach Primäreingriffen häufiger zu einer späteren Schaftrevision (in 6,9% der Fälle). Bei den Wechseloperationen betrug die spätere Schaftrevisionsrate nur 2,9%. Im Chi-Quadrat-Test war dieser Unterschied allerdings nicht signifikant ($p=0,322$).

3.2 Radiologische Auswertung

3.2.1 Beckenmaße

Die Gesamthöhe des Beckens konnte nur bei 27 von 181 Patienten ausgemessen werden. Insgesamt war die durchschnittliche Gesamthöhe damit 178,4mm (Median 178,4mm). Bei den 25 Patientinnen betrug die mittlere Gesamthöhe 179,9mm (Median 180,0mm), bei den zwei männlichen 159,9mm (Median 159,9mm). Dies war im Mann-Whitney-U-Test ein signifikanter Unterschied ($p=0,033$).

Die Beckeninnenhöhe konnte dagegen bei 159 Patienten ausgemessen werden und war durchschnittlich 99,8mm hoch (Median 100,5mm). Bei den 129 weiblichen Becken ergab sich somit eine mittlere Innenhöhe von 99,8mm (Median 99,9mm). Bei den 30 männlichen Becken betrug diese 99,9mm (Median 101,6mm). Dies stellte somit auch keinen signifikanten Unterschied dar ($p=0,989$).

Die Beckeninnenbreite konnte bei 162 Patienten bestimmt werden und betrug im Mittel 130,6mm (Median 130,7mm). Bei den 130 weiblichen Patienten bedeutete dies eine mittlere Innenbreite von 132,2mm (Median 131,7mm), bei den 32 Männern lag die durchschnittliche Innenbreite bei 124,1mm (Median 125,4mm). Diese Werte unterschieden sich wiederum signifikant voneinander ($p=0,000$ für die asymptotische Signifikanz im Mann-Whitney-U-Test).

3.2.2 Pfanneninklinationswinkel

Der präoperative Pfanneninklinationswinkel bei Wechsel-OPs konnte in 45 Fällen ausgemessen werden. Im Rahmen einer Nachuntersuchung konnte er in 171 Fällen bestimmt werden. Von durchschnittlich $53,6^\circ$ wurde er durch den Eingriff auf $39,7^\circ$ verringert. Dieser Mittelwertsunterschied erweist sich im T-Test als signifikant ($p=0,000$; Normalverteilungen). Dabei unterschieden sich die postoperativen Winkel bei autologen ($39,4^\circ$) und homologen ($40,7^\circ$) Transplantaten kaum ($p=0,853$). Auch bei den

primären Eingriffen ($38,8^\circ$) und den Wechseloperationen ($41,0^\circ$) unterschieden sich die Winkel nicht wesentlich ($p=0,404$).

3.2.3 Drehzentrum

Beim Vergleich des Drehzentrums konnten von den präoperativen Röntgenbildern nur 40 ausgemessen werden. Im Rahmen einer Nachuntersuchung konnte bei 171 Hüftgelenken das Drehzentrum bestimmt werden. Das kontralaterale Drehzentrum konnte in nur 21 Fällen ausgemessen werden. Der anatomische Drehpunkt konnte in 32 Fällen berechnet werden.

Wie es auch in Diagramm 18 ersichtlich wird, befand sich der präoperative Drehpunkt durchschnittlich 35,36mm lateral und 35,78mm kranial vom gewählten Referenzpunkt. Das bei der Nachuntersuchung gemessene mittlere Drehzentrum war im Vergleich dazu 26,00mm lateral und 20,68mm kranial des Referenzpunktes positioniert. Also konnte das Drehzentrum im Gegensatz zur präoperativen Position durch die Operation um 9,36mm nach medial und um 15,10mm nach kaudal verschoben werden.

Dabei weisen diese Mittelwerte der prä- und postoperativen Drehpunkte hochsignifikante Unterschiede sowohl in der horizontalen ($p=0,000$) als auch in der vertikalen ($p=0,000$) Richtung auf. Das bedeutet, dass die Unterschiede zwischen den prä- und den postoperativen Drehzentren durch die Operation bedingt sind und nicht rein zufälliger Natur.

Auf der gesunden Gegenseite befand sich das Drehzentrum durchschnittlich 30,10mm lateral und 11,81mm kranial des Referenzpunktes. Auch diese Werte, die bei radiologisch unauffälligen Hüftgelenken bestimmt wurden, weisen signifikante Unterschiede zum postoperativ bestimmten Drehzentrum auf. Im Mann-Whitney-U-Test ergab sich ein $p=0,002$ für die in der Horizontalen gemessenen Werte und ein $p=0,000$ für die in der Vertikalen bestimmten Werte.

Der anatomische Drehpunkt, errechnet nach der Formel von Boudriot et al. (Boudriot et al., 2006), befand sich bei den 32 bestimmten Hüftgelenken 27,65mm lateral und 13,81mm kranial des Referenzpunktes. Diese Werte weisen ebenfalls signifikante Unterschiede zu denen auf, die zum Zeitpunkt des Follow-Ups gemessen wurden ($p=0,029$ in der Horizontalen und $p=0,000$ in der Vertikalen im Mann-Whitney-U-Test). Allerdings erweisen sich im Vergleich mit der gesunden Gegenseite auch signifikante Unterschiede ($p=0,047$, bzw. $p=0,002$). Auch zum präoperativ bestimmten Drehpunkt ergeben sich signifikante Unterschiede ($p=0,000$ in beide Richtungen).

Das bedeutet, dass auch durch die Operation eine Rekonstruktion des anatomischen Drehzentrums nicht erreicht werden konnte. In der Graphik wird jedoch auch deutlich, dass der anatomische, berechnete Drehpunkt und der auf der gesunden Gegenseite ausgemessene Drehpunkt nah beieinander liegen. Auch auffallend ist, dass der beim Follow-Up gemessene Drehpunkt deutlich näher an diesen Werten liegt als der präoperative Drehpunkt, der sich im deutlichen Abstand zu diesen Werten befindet.

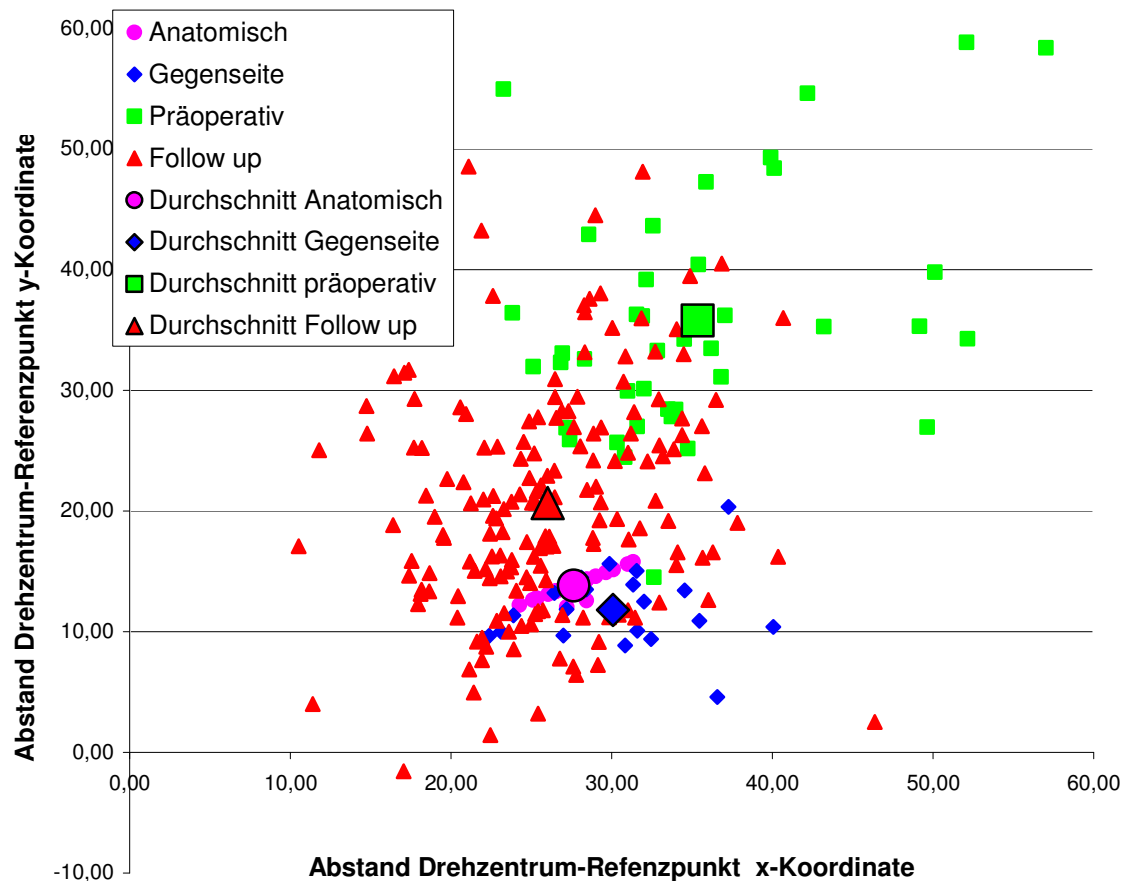


Diagramm 18

Die zum Zeitpunkt des Follow-Ups gemessenen Werte bei den Primäreingriffen ergeben einen Mittelwert für den Drehpunkt von 26,54mm auf der x-Achse und 17,98mm auf der y-Achse. Für die Wechseloperationen betragen diese Mittelwerte 24,68mm auf der x-Achse und 25,61mm auf der y-Achse (Diagramm 19). Im Mann-Whitney-U-Test bedeutet dies keinen hochsignifikanten Unterschied für den x-Achsen-Wert ($p=0,077$). Die Drehpunkte unterscheiden sich jedoch in diesen beiden Gruppen auf der y-Achse hochsignifikant ($p=0,000$).

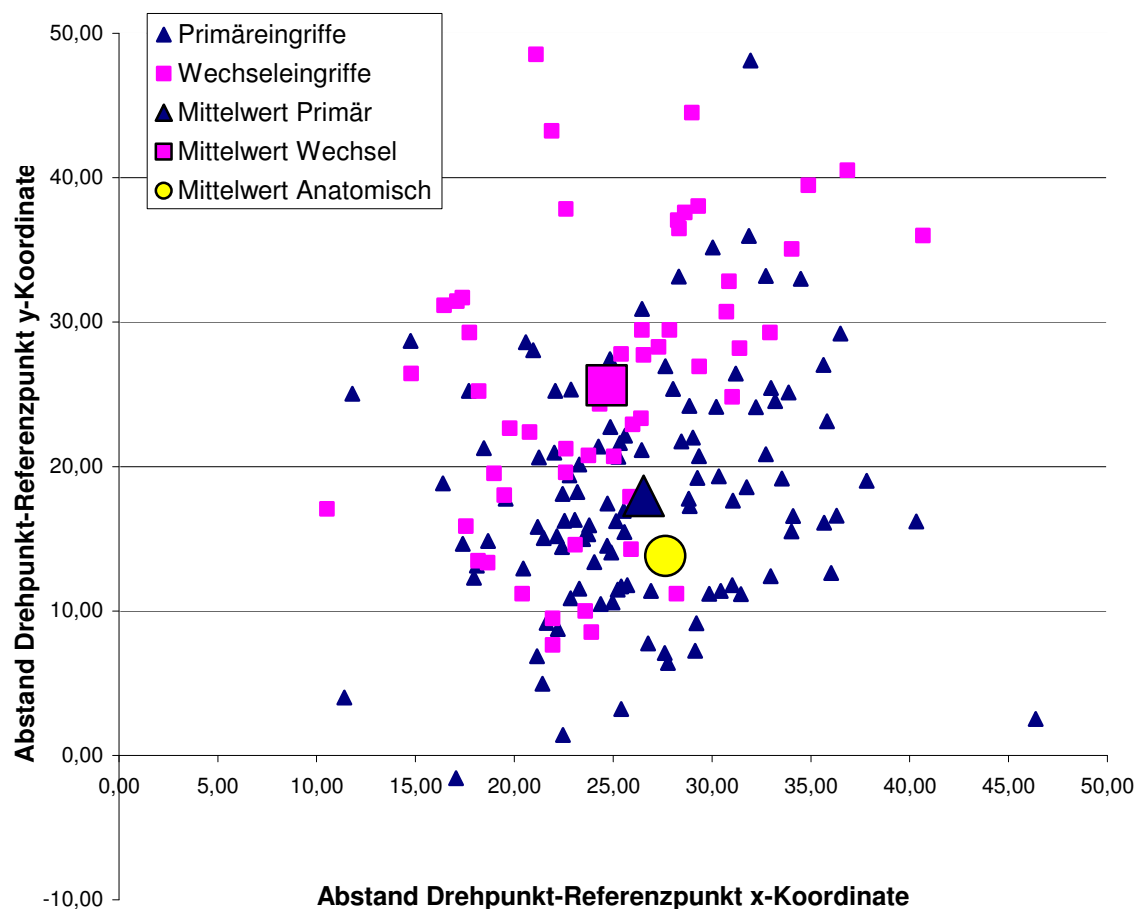


Diagramm 19

Es soll zudem noch untersucht werden, wie sich diese Mittelwerte im Vergleich zu den Mittelwerten des anatomisch berechneten Drehpunktes und des Drehpunktes der gesunden Gegenseite verhalten. Hier zeigt sich, dass sowohl bei den Primär- ($p=0,009$) als auch bei den Wechseleingriffen ($p=0,000$) in beide Ausrichtungen jeweils signifikante Unterschiede zur gesunden Gegenseite bestehen. Wenn man also davon ausgeht, dass die Werte der Gegenseite eine korrekte anatomische Position aufweisen, konnte weder bei den Primärimplantationen noch bei den Wechseloperationen eine vollständige Rekonstruktion des Drehzentrums erreicht werden.

Im Vergleich zu dem anatomischen, berechneten Abstand ergibt sich lediglich für den Abstand auf der x-Koordinate bei den Primäreingriffen kein signifikanter Unterschied ($p=0,092$). Hier scheint durch die Operation eine gute Rekonstruktion durch den Pfannenaufbau erreicht worden zu sein. In der vertikalen Richtung ist dies nicht der Fall ($p=0,000$). Für die Wechseleingriffe ergeben sich in beide Richtungen hochsignifikante

Unterschiede zu dem anatomischen, berechneten Drehpunkt ($p=0,002$ in x-Richtung und $p=0,000$ in y-Richtung). Hier ist eine anatomische Rekonstruktion nicht gelungen. Obwohl die anatomisch korrekte Rekonstruktion bei beiden Eingriffsarten in der besonders wichtigen kranio-kaudalen Richtung nicht erreicht werden konnte, wird in Diagramm 19 jedoch deutlich, dass bei den Primäreingriffen ein allzu kranial gelegenes Drehzentrum vermieden werden konnte.

3.2.4 Größe des Transplantates

Auf insgesamt 195 Röntgenbildern konnte die Größe des verwendeten Knochentransplantates ausgemessen werden. Bei 15 Fällen fehlten auswertbare Röntgenbilder. Im Durchschnitt waren die Transplantate 13,9mm hoch. Die Kontaktlinie des Transplantates mit dem umgebenden Knochen war im Mittel 37,2mm lang. Der Bereich der künstlichen Pfanne, der vom knöchernen Transplantat überdacht wurde, betrug im Mittel 60,8°. In Tabelle 8 sind die genauen Ergebnisse noch einmal dargestellt und nach Art des Transplantates unterschieden. Die Maximalwerte jeder Kategorie sind rot und fett hervorgehoben.

	Autolog	Homolog	Gesamt
Anzahl	122	62	195
Höhe des Transplantates (mm)			
Mittelwert	13,9	14,3	13,9
Median	13,3	12,9	13
Minimum	2,2	2,7	2,2
Maximum	44,4	41,2	44,4
Kontaktlinie (mm)			
Mittelwert	32,5	47,8	37,2
Median	31,3	46,2	34,4
Minimum	14,4	20,8	10
Maximum	105	81,7	105
Deckung der Pfanne (°)			
Mittelwert	55,3	73,2	60,8
Median	54,2	74,9	58,6
Minimum	17,3	29,6	17,3
Maximum	125,4	113,1	125,4

Tabelle 8

Die Mittelwertsunterschiede zwischen den autologen und homologen Transplantaten wurden auch auf einen signifikanten Unterschied hin untersucht. Dabei scheint der

Unterschied bei der Höhe der Transplantate eher zufälliger Natur ($p=0,793$ im Mann-Whitney-U-Test) zu sein. Die Mittelwerte bei der Länge der Kontaktlinie des Transplantates mit umgebendem Knochen ($p=0,000$ im Mann-Whitney-U-Test) und auch die bei der Deckung der künstlichen Pfanne durch transplantierten Knochen ($p=0,000$ beim Mann-Whitney-U-Test) weisen jedoch hochsignifikante Unterschiede zwischen den autologen und homologen Transplantaten auf.

Nach Art des Eingriffs (Primär- oder Wechseleingriff) wurden diese Zahlen ebenfalls unterschieden (Tabelle 9). Auch hier zeigen sich signifikante Unterschiede in der Länge der Kontaktlinie sowie der Deckung der künstlichen Pfanne durch das Transplantat ($p=0,000$). Die Höhe des Transplantates scheint auch nicht von der Art des Eingriffs abhängig zu sein ($p=0,666$).

	Primärimplantation (N=130)	Wechseloperation (N=60)
Höhe in mm	14,0	14,2
Kontaktlinie in mm	32,5	47,8
Deckung in °	55,8	72,5

Tabelle 9

Hieraus wird deutlich, dass bei einem Pfannenwechsel, also bei einem Eingriff, bei dem homologes Knochenmaterial verwendet wird, der Defekt im knöchernen Pfannenbett deutlich größer ist. Demzufolge musste ein größeres Transplantat eingebaut werden als bei einer Primärimplantation.

3.2.5 Demarkation

Das Auftreten möglicher Demarkationssäume konnte für 178 Prothesen bestimmt werden. In Zone I nach DeLee und Charnley (DeLee und Charnley, 1976) trat ein Lysesaum in zwei Fällen auf, in Zone II bei neun Implantaten und in Zone III bei fünf Prothesen. In 13 dieser Fälle betrug der Lysesaum weniger als einen Millimeter, nur in drei Fällen mehr.

Ein signifikanter Unterschied war hierbei festzustellen, wenn man die Häufung von Demarkationen zwischen den autologen und homologen Transplantaten verglich. In vier von insgesamt 110 Fällen in der autologen Gruppe kam es zu einer messbaren Demarkation (3,6%). Bei der homologen Gruppe war die in neun von 58 Fällen (15,5%)

der Fall. Die asymptotische Signifikanz im Chi-Quadrat betrug $p=0,006$. Dies bedeutet einen hochsignifikanten Unterschied bei der Häufung der Demarkation.

Ähnliche Zahlen ergeben sich beim Vergleich der Häufigkeiten zwischen Primär- und Wechseleingriffen. Demarkationen traten bei den Primärimplantationen in 3,4% der Fälle auf (vier von 118), jedoch bei 15,5% der Wechseloperationen (neun von 58). Auch dies bedeutet einen signifikanten Unterschied ($p=0,003$ im Chi-Quadrat).

Da eine Demarkation ein Hinweis auf eine Implantatlockerung ist, ist dieser Unterschied auch im Hinblick auf eine erhöhte Revisionswahrscheinlichkeit bei den Wechseleingriffen im Gegensatz zu den Primärimplantationen zu sehen.

3.2.6 Ektopische Ossifikationen

Eine mögliche ektopische Ossifikation konnte in 185 Fällen bestimmt werden. In 60,0% dieser Fälle trat eine Verknöcherung nicht auf. Leichte Ossifikationen, die nach Brooker dem Grad 1 (Brooker et al., 1973) entsprechen, traten in 29,2% der Fälle auf. Grad-2-Verknöcherungen waren nicht festzustellen, Grad-3-Ossifikationen in 10,8%. Eine Ankylose der Hüfte, nach Brooker Grad 4, trat nicht auf.

Zudem wurde verglichen, ob die Art des Eingriffs Einfluss darauf hatte, wie häufig eine Ossifikation auftrat. Geprüft wurde dies mit dem Chi-Quadrat-Test nach Pearson (Tabelle 10). Dabei traten Ossifikationen bei den Wechseloperationen signifikant häufiger auf als bei den Primäreingriffen. Ossifikationen Grad 3 kamen bei den Wechseleingriffen signifikant häufiger vor als bei Primärimplantationen, während dies bei den Grad-1-Ossifikationen nicht der Fall zu sein scheint.

Ossifikation	Primärimplantation (N=120)	Wechseloperation (N=61)	Asymptotische Signifikanz (2-seitig) im Chi-Quadrat nach Pearson
Keine	80 (66,7%)	28 (45,9%)	$p=0,007$
Ja	40 (33,3%)	33 (54,1%)	$p=0,007$
Grad 1	31 (25,8%)	22 (36,1%)	$p=0,189$
Grad 2	0	0	
Grad 3	9 (7,5%)	11 (18,0%)	$p=0,038$

Tabelle 10

3.2.7 Dezentrierung

Der Verschleiß des Polyethyleninlays konnte bei 168 Implantaten (80,0%) anhand der Dezentrierung des Schaftkopfes gemessen werden und betrug nach durchschnittlich sechs Jahren und 11 Monaten im Mittel 0,75mm (Standardabweichung 0,38mm).

Bei den Primäreingriffen kam es durchschnittlich zu einer Dezentrierung von 0,73mm, bei den Wechseleingriffen von 0,76mm. Dieser Unterschied ist nicht signifikant ($p=0,593$ im Mann-Whitney-U-Test).

3.3 Überlebenszeiten der Prothesen

Der letzte Zeitpunkt, an dem das Implantat positiv, das heißt ohne Anzeichen einer Lockerung beurteilt worden konnte, war im Durchschnitt 6,52 Jahre nach OP, also nach etwa sechs Jahren und sechs Monaten. Im genauen ergab sich die Verteilung in Diagramm 20.

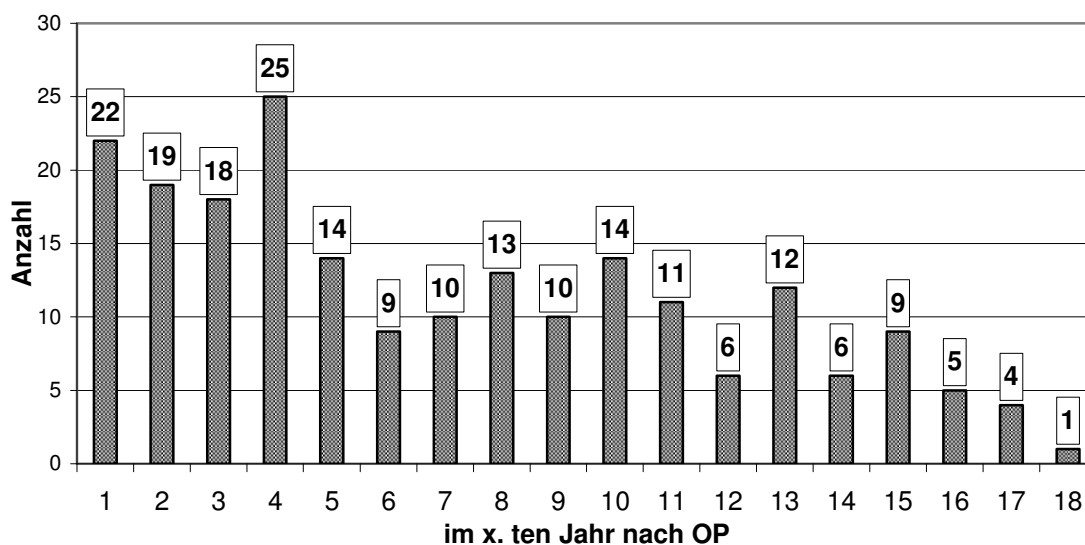


Diagramm 20

3.3.1 Zustand der Prothesen für das jeweilige postoperative Jahr

Der Zustand der Implantate wurde unterteilt in drei Gruppen:

- unbekannter Zustand
- revidierte Pfanne
- Zustand in Ordnung.

Der Zustand der Implantate für jedes postoperative Jahr ist in den Diagrammen 21 und 22 näher dargestellt.

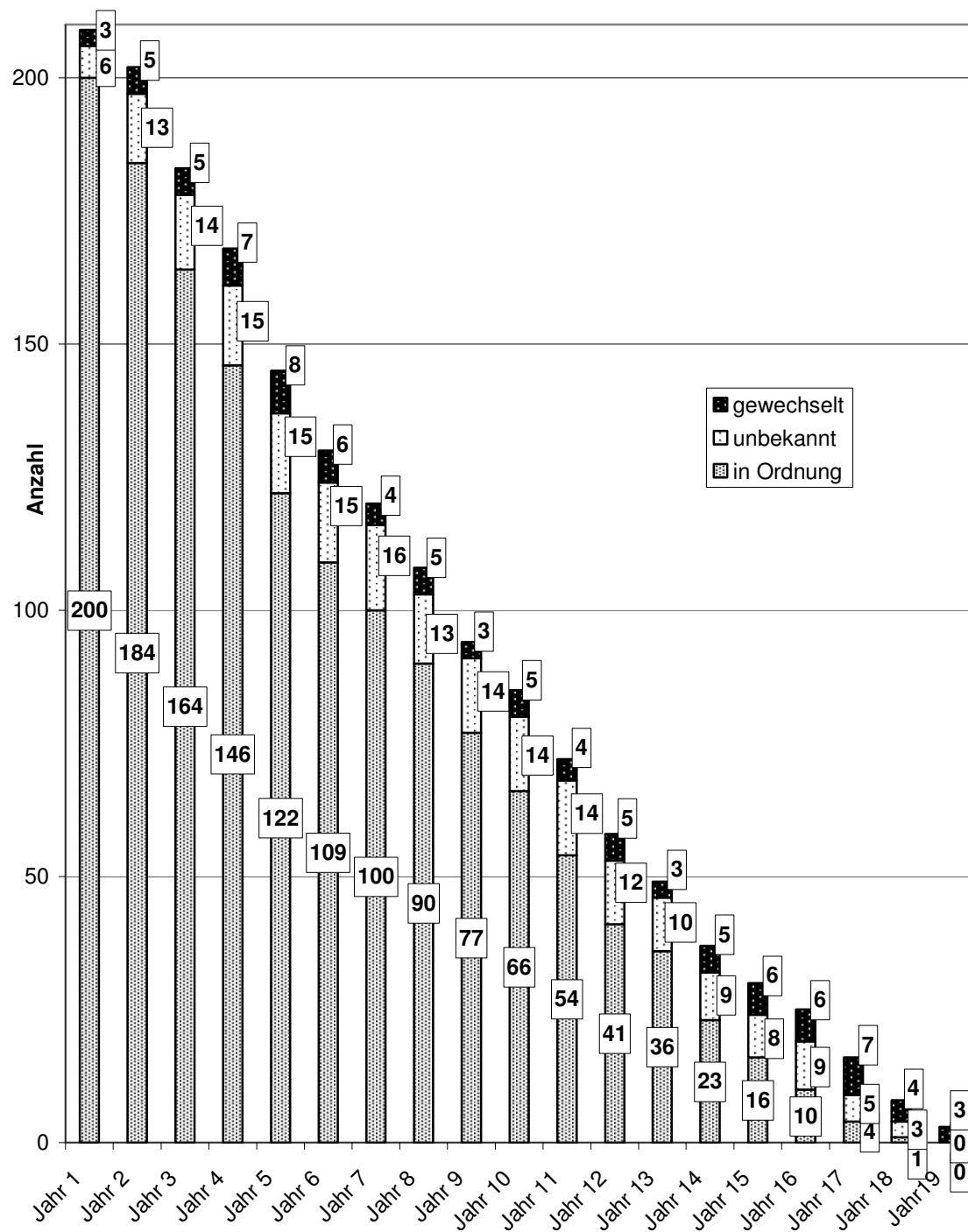


Diagramm 21

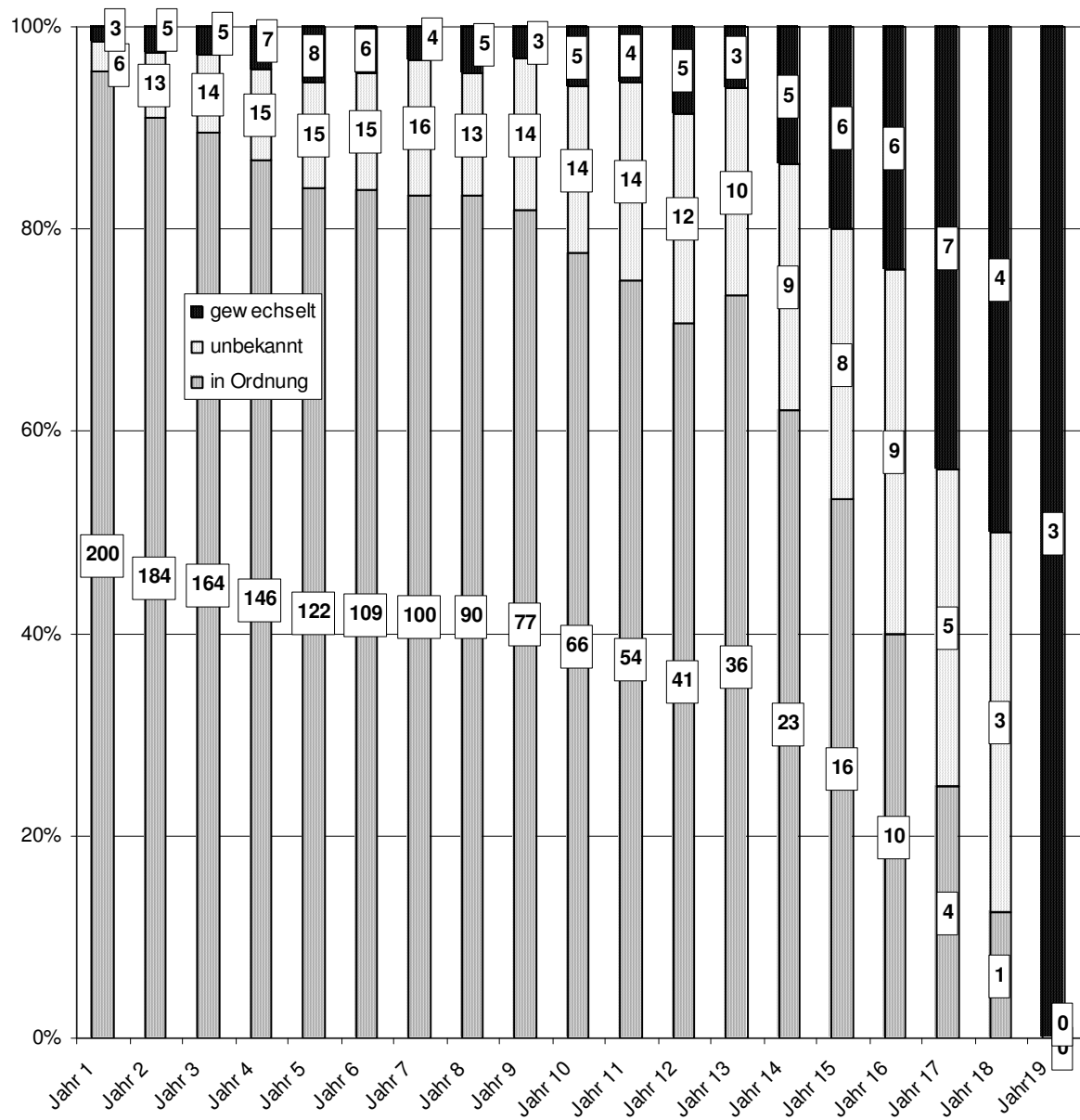


Diagramm 22

3.3.2 Kaplan-Meier-Überlebenskurven

Hier sind die Überlebensfunktionen der Endoprothesen nach Kaplan-Meier - für das Gesamtkollektiv und unterteilt nach Art des verwendeten Transplantates sowie nach Art des Eingriffs – dargestellt (Diagramm 23, 24 und 25).

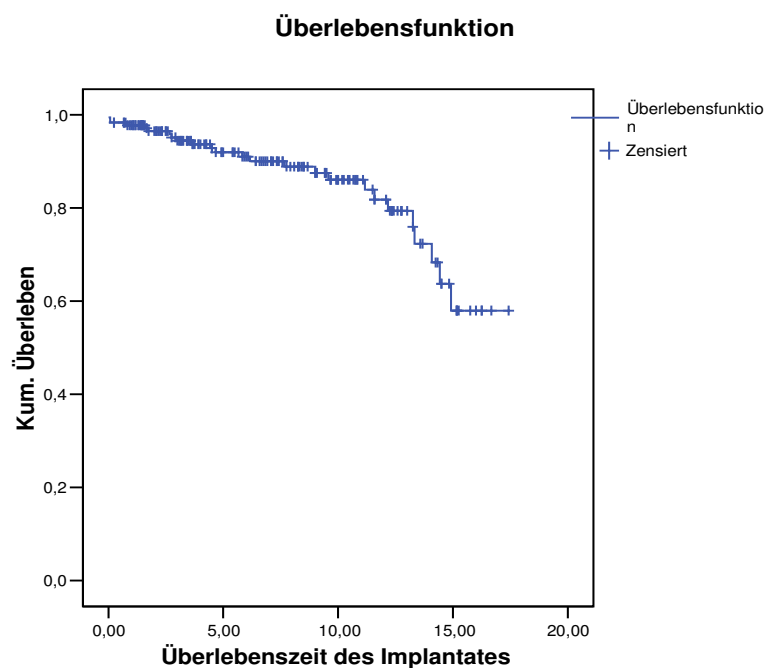


Diagramm 23

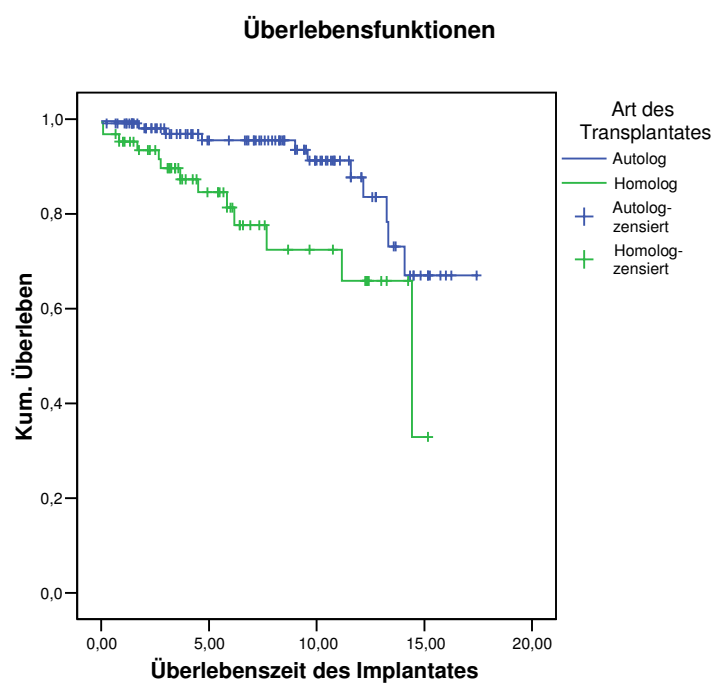


Diagramm 24

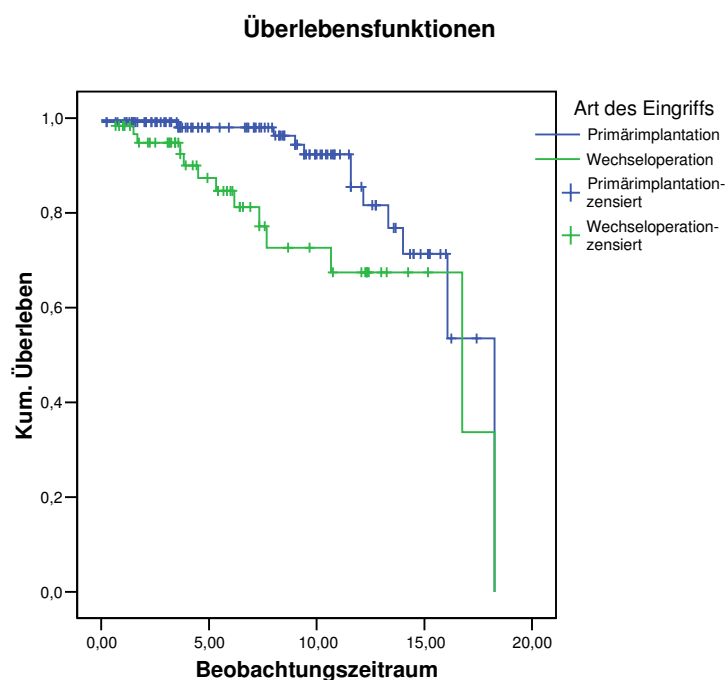


Diagramm 25

3.4 Revisionen

Das folgende Kapitel beschreibt die 25 Fälle, bei denen nach einer TEP-Implantation mit Pfannendachrekonstruktion ein Wechsel der Endoprothese vorgenommen werden musste. Diese Gruppe der revidierten Pfannen wird der Gesamtgruppe gegenübergestellt und mit ihr verglichen. Die Fallbeschreibungen der einzelnen Patienten, bei denen die Pfanne gewechselt werden musste, sind im Anhang detailliert aufgeführt.

3.4.1 Allgemeines

Insgesamt mussten 25 Pfannen gewechselt werden. Sechs dieser Patienten waren männlichen (24%), 19 weiblichen Geschlechts (76%). In der Gesamtgruppe (also der revidierten und nicht revidierten Implantate zusammen) ergab sich eine Verteilung von 19% männlichen und 81% weiblichen Patienten (Kapitel 3.1.2). Dieser Unterschied scheint eher zufällig aufgetreten zu sein, da die asymptotische Signifikanz (2-seitig) im Chi-Quadrat-Test nach Pearson $p=0,372$ beträgt.

Das Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt betrug bei den 25 Patienten 57,4 Jahre. Das ergab ein durchschnittliches Alter von 50,7 Jahren bei den Männern und 59,5

Jahren bei den Frauen. Das Durchschnittsalter der Patienten, deren Prothesen nicht gewechselt werden mussten, betrug zum Operationszeitpunkt 56,3 Jahre und unterschied sich damit nur geringfügig von denen der Patienten, deren Endoprothesen zum Untersuchungszeitpunkt unauffällig waren ($p=0,665$ im Mann-Whitney-U-Test).

Bei fünf männlichen Patienten konnten Körpergewicht und –größe bestimmt werden. Es ergaben sich Durchschnittswerte von 171,8 cm und 79,8 kg. Der mittlere BMI betrug 27,1. Die 17 Frauen, bei denen diese Daten bestimmt werden konnten, waren durchschnittlich 160,6 cm groß und 71,2 kg schwer. Der mittlere BMI für die weiblichen Patienten maß damit 27,6.

Der durchschnittliche Body-Mass-Index unterschied sich von dem der nicht revidierten Patienten nicht wesentlich: $p=0,440$ im Mann-Whitney-U-Test.

Die verwendete Pfanne konnte in 24 Fällen bestimmt werden. Eingebaut wurden 19 Titangitter-Pfannen (Grisspfannen) (79,2%), vier unzementierte (16,7%) und eine zementierte Polyethylenpfanne (4,2%). In Diagramm 26 ist dazu im Vergleich die Verteilung der eingebauten Pfannen beim Gesamtkollektiv gegenübergestellt.

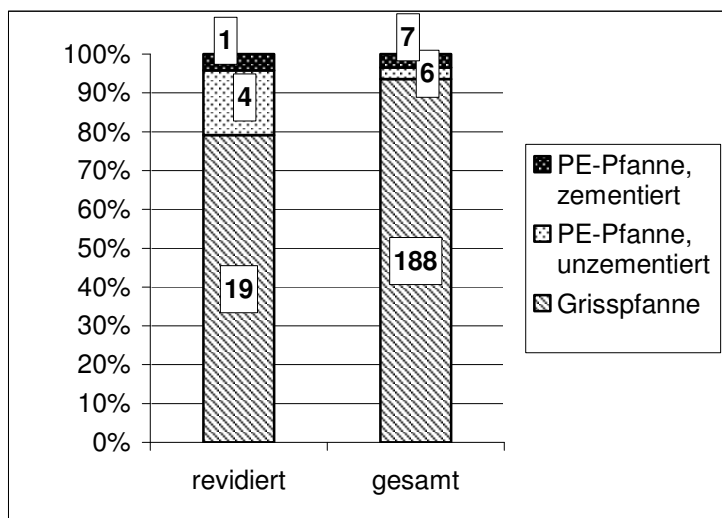


Diagramm 26

3.4.2 Überlebenszeiten

Durchschnittlich wurden die 25 revidierten Implantate nach 6 Jahren und 9 Monaten gewechselt. Dabei betrug die Spannweite der Überlebensdauer einige Tage bis hin zu 14 Jahren und 11 Monaten. In welchem Jahr nach der Operation die Prothesen dabei jeweils gewechselt wurden ist aus Diagramm 27 zu sehen.

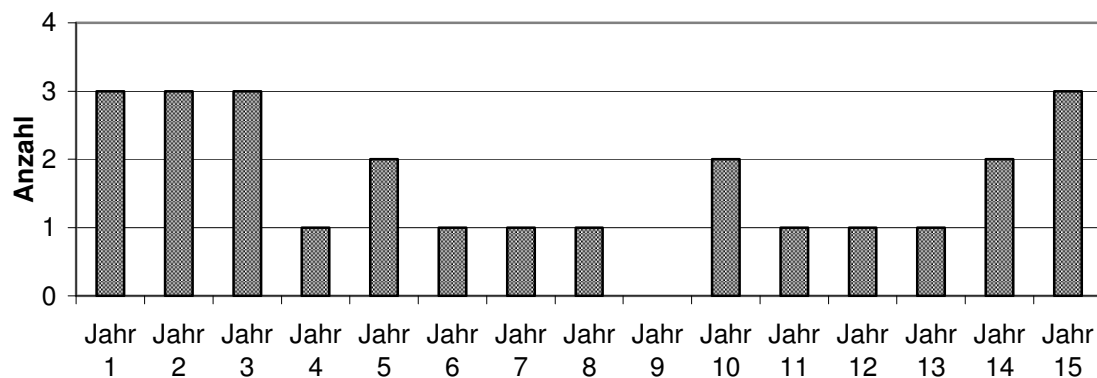


Diagramm 27

3.4.3 Revisionsursachen

Die häufigste Ursache für einen notwendig gewordenen Pfannenwechsel war die aseptische Lockerung der Endoprothese mit 44% (elf Fälle). Infektion und Implantatbruch waren mit jeweils 20% (je fünf Fälle) die nächst häufigeren Ursachen. Auf eine Luxation und andere Revisionsgründe entfielen jeweils 8% (je zwei Fälle).

3.4.4 Ätiologie der TEP-Implantation bei den revidierten Endoprothesen

Bei 13 (52,0%) der insgesamt 25 später wieder revidierten Endoprothesenimplantationen war die Pfannendachplastik ursprünglich bei einem Endoprothesenwechsel notwendig gewesen, zwölf (48,0%) der später wieder revidierten Eingriffe war im Zusammenhang mit einer Erstimplantation einer Hüft-TEP durchgeführt worden. Elf entfielen davon auf die Hüft dysplasie, eine auf die Hüftkopfnekrose als Ursache der Hüft-TEP-Implantation.

In Diagramm 28 ist dargestellt, welcher Anteil der Primärimplantationen im Gegensatz zu den Wechseloperationen revidiert werden musste. Dabei betrug die Revisionsrate in der Gruppe der Erstimplantationen 10,3%, während in der Gruppe der Wechseloperationen 21,3% der Fälle gelockert waren und revidiert werden mussten. Dieser Unterschied ist im Chi-Quadrat nach Pearson hochsignifikant ($p=0,046$).

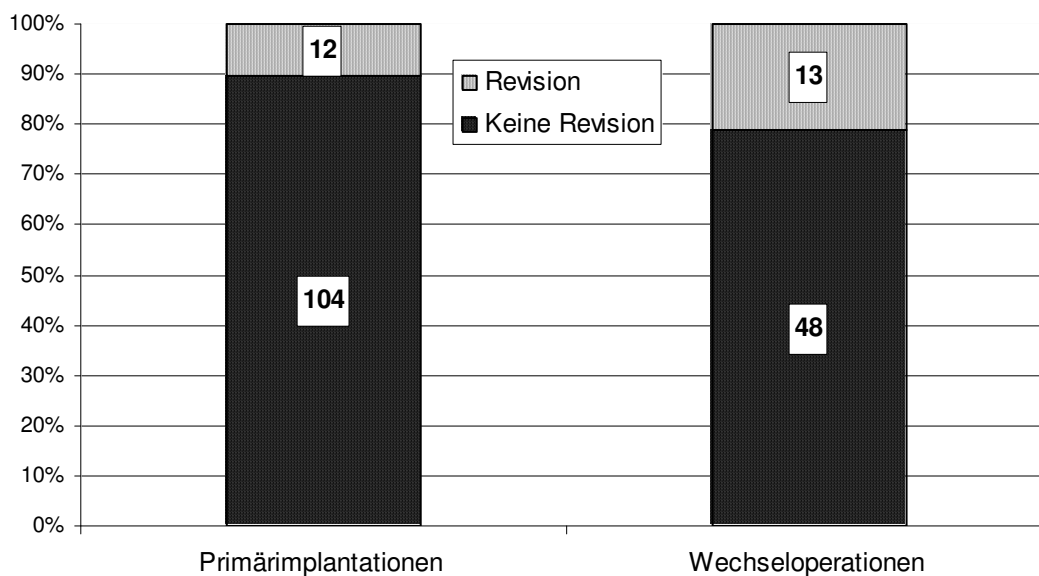


Diagramm 28

3.4.5 Art des Transplantates bei den revidierten Endoprothesen

Bei einem Eingriff konnte die Art des Transplantates nicht mehr bestimmt werden. Bei 13 (54,2%) der 24 restlichen revidierten Pfannendachplastiken war ein homologes Transplantat verwendet worden, bei elf (45,8%) fand der autologe Femurkopf Verwendung. In der Gruppe der nicht revidierten Prothesen ergibt sich eine Verteilung von 66,0% autologen und 34,0% homologen Transplantaten. Dieser Unterschied lässt sich damit erklären, dass es in der Gruppe der revidierten Prothesen einen größeren Anteil an Zweitimplantationen gibt als in der Gruppe der nicht revidierten Prothesen. Jedoch ist der Unterschied auch nicht hochsignifikant ($p=0,058$ im Chi-Quadrat nach Pearson).

3.4.6 Größe des Transplantates bei den revidierten Endoprothesen

Die Größe der verwendeten Transplantate unterschied sich bei den revidierten Prothesen nicht wesentlich vom Gesamtdurchschnitt oder lag sogar darunter. Die Werte konnten bei 20 Transplantaten bestimmt werden. Die Höhe betrug im Durchschnitt 13,0mm (beim Gesamtdurchschnitt 13,9mm), die Kontaktlinie mit dem umgebenden Knochen war durchschnittlich 36,6mm lang (beim Gesamtdurchschnitt 37,2mm) und die Überdachung der künstlichen Pfanne durch das Transplantat betrug im Mittel 57,4° (beim Gesamtdurchschnitt 60,8°). Hier bestätigt sich also die Annahme nicht, dass bei den gelockerten und gewechselten Implantaten bei der Pfannendachrekonstruktion ein

größerer Knochendefekt vorgelegen haben muss als bei den Implantaten, die zum Untersuchungszeitpunkt noch intakt waren.

3.4.7 Pfanneninklinationswinkel bei den revidierten Endoprothesen

Auch der prä- und postoperative Pfanneninklinationswinkel der revidierten Endoprothesen unterschied sich vom Gesamtdurchschnitt kaum: präoperativ betrug er im Durchschnitt bei den acht gemessenen Werten $51,6^\circ$ (beim Gesamtdurchschnitt $53,6^\circ$), bei der Nachuntersuchung war er bei den 16 bestimmten Fällen $41,8^\circ$ groß (beim Gesamtdurchschnitt $39,7^\circ$).

3.4.8 Drehzentrum bei den revidierten Endoprothesen

Um herauszufinden, ob die präoperativen Verhältnisse bei den 25 revidierten Pfannen eine schlechtere Ausgangslage boten als beim Gesamtkollektiv, werden die Positionen der präoperativen Drehzentren in beiden Gruppen verglichen. In der Gruppe der 25 revidierten Pfannen ergaben sich 34,37mm für den horizontalen und 34,02mm für den vertikalen Abstand vom Referenzpunkt. Damit besteht kein signifikanter Unterschied zur Gruppe des Gesamtkollektivs ($p=0,565$ für die asymptotische Signifikanz im Mann-Whitney-U-Test). Man kann also nicht davon ausgehen, dass in der Gruppe der revidierten Fälle eine ungünstigere Ausgangslage herrschte und damit die erhöhte Revisionswahrscheinlichkeit bedingte.

Beim Vergleich der gesunden Gegenseite mit den präoperativen Drehpunkten fällt auf, dass während beim Gesamtkollektiv sich ein signifikanter Unterschied zwischen den präoperativen Abständen und den Abständen auf der gesunden Gegenseite in beide Richtungen zeigte, dies bei den Revidierten nur entlang der y-Achse der Fall war ($p=0,017$). Entlang der x-Achse war der Unterschied nicht signifikant ($p=0,732$). Hier scheint sich sogar eine günstigere präoperative Ausgangslage in der Gruppe der revidierten Implantate zu zeigen. Da die Position des Drehzentrums auf der gesunden Gegenseite jedoch in nur drei der 25 Fälle bestimmt werden konnte (x-Wert=30,19mm und y-Wert=8,75mm), kann man keine allgemein gültige Aussagen treffen.

Der anatomische Drehpunkt konnte leider in keinem einzigen Fall berechnet werden.

Auch der bei der Nachuntersuchung in 16 Fällen berechnete horizontale Abstand von 25,97mm unterschied sich kaum vom Gesamtdurchschnitt ($p=0,545$).

Einzig der entlang der y-Achse gemessene Wert von 27,99mm zeigt einen größeren Abstand vom Referenzpunkt als der im Gesamtdurchschnitt gemessene (20,68mm).

Dies stellt auch einen hochsignifikanten Unterschied in den beiden Gruppen dar: $p=0,002$ für die asymptotische Signifikanz im Mann-Whitney-U-Test.

Vergleicht man noch in der Gruppe der revidierten Fälle die Abstände, die beim Follow-Up gemessen wurden mit denen der gesunden Gegenseite, zeigt sich auch hier ein signifikanter Unterschied in der kranio-kaudalen Richtung, nicht jedoch auf der x-Achse. Beim Gesamtkollektiv unterschieden sich die Follow-Up-Werte in beiden Richtungen signifikant von den auf der gesunden Gegenseite gemessenen. Also kann hier auch nicht davon ausgegangen werden, dass in der Gruppe der Revidierten eine anatomische Rekonstruktion des Drehzentrums schlechter gelungen ist, und damit eine erhöhte Revisionswahrscheinlichkeit herbeigeführt hat.

Beim Vergleich der Abstände, die beim Follow-Up gemessen wurden fällt jedoch ein entscheidender Unterschied auf. In 16 von 25 Fällen konnte dieser ausgemessen werden und betrug 25,97mm entlang der x-Achse (26,00mm beim Gesamtkollektiv) und 27,99mm entlang der y-Achse (20,68mm beim Gesamtkollektiv).

Während entlang der x-Achse kein signifikanter Unterschied zwischen den Revidierten und dem Gesamtkollektiv festzustellen ist ($p=0,545$) zeigt sich entlang der y-Achse ein hochsignifikanter Unterschied ($p=0,002$).

Vergleicht man nun noch in der Gruppe der revidierten Pfannen die präoperativen Abstände mit denen, die beim Follow-Up gemessen wurden, fällt auf, dass in keiner Richtung ein signifikanter Unterschied besteht. Entlang der x-Achse beträgt $p=0,082$, entlang der y-Achse $p=0,124$. Es scheint durch den Eingriff keine ausreichende Rekonstruktion des Drehzentrums erreicht worden zu sein. Beachten muss man jedoch auch die sehr kleine Fallzahl in der Gruppe der Revisionen.

Man kann also festhalten, dass die revidierten Fälle sich präoperativ nicht signifikant von denen des Gesamtkollektivs unterscheiden. Bei der Nachuntersuchung besteht jedoch ein signifikanter Unterschied der Drehpunkte in der kranio-kaudalen Richtung. Bei den revidierten Implantaten lag das Drehzentrum also deutlich kranialer als beim Gesamtkollektiv. Beachtet man, dass ein „high hip center“ von vielen als ungünstig angesehen wird, könnte man in dieser zu hohen Positionierung des Drehzentrums eine Ursache für die erhöhte Revisionswahrscheinlichkeit vermuten.

Die 25 Revisionen wurden zur genaueren Betrachtung in zwei Gruppen aufgeteilt. Die erste Gruppe stellen die Fälle, bei denen die TEP-Implantation ursprünglich als Primärimplantation stattfand (neun Fälle). Die zweite Gruppe besteht aus den Fällen,

bei denen ein TEP-Wechsel die Ursache der ursprünglichen Operation war (sieben Fälle).

Da präoperativ in der ersten Gruppe keine Drehzentren ausgemessen werden konnten, kann hier leider kein Vergleich aufgestellt werden.

Zum Zeitpunkt des Follow-Ups konnten in der ersten Gruppe folgende Werte für den Abstand des Drehzentrums zum Referenzpunkt ausgemessen werden: entlang der x-Achse 29,09mm, entlang der y-Achse 24,37mm.

In der zweiten Gruppe betrug der Abstand entlang der x-Achse 21,95mm und entlang der y-Achse 32,65mm.

Hier zeigt sich, dass das Drehzentrum in der zweiten Gruppe deutlich kranialer und medialer liegt als in der ersten Gruppe. Ein hochsignifikanter Unterschied lässt sich bei den geringen Fallzahlen jedoch nicht beobachten ($p=0,081$ im Mann-Whitney-U-Test).

Zum Vergleich werden diese Werte der revidierten Pfannen denen gegenübergestellt, die nicht revidiert werden mussten (Tabelle 11).

Follow-Up		Nicht revidiert	Revidiert	asymptotische Signifikanz (2-seitig)
(Ursprüngliche) Primäreingriffe		N=92	N=9	
	x-Wert (in mm)	26,04	29,09	$p=0,068$
	y-Wert (in mm)	17,07	24,37	$p=0,01$
(Ursprüngliche) Wechseleingriffe		N=44	N=7	
	x-Wert (in mm)	25,07	21,95	$p=0,311$
	y-Wert (in mm)	25,07	32,65	$p=0,085$

Tabelle 11

Hier zeigt sich, dass bei der Nachuntersuchung in der Gruppe der revidierten Pfannen sowohl bei den ursprünglichen Primäreingriffen als auch bei den ursprünglichen Wechseloperationen höhere Drehzentren vorlagen als bei den nicht revidierten Pfannen. Die Abstände in der horizontalen Richtung dagegen waren bei den Revisionen größer, wenn die ursprüngliche TEP-Implantation eine Primärimplantation war. Handelte es sich beim ursprünglichen Eingriff jedoch bereits um einen TEP-Wechsel, war der horizontale Abstand vom Drehzentrum in der Gruppe der 25 Revisionen kleiner als in der Gruppe der nicht revidierten. Hier kann man keine Aussage dazu treffen, welche Positionierung sich ungünstiger auswirkt.

4. DISKUSSION

4.1 Methodenkritik

An dieser Stelle sollen die Methoden, die in Kapitel 2 beschrieben sind, näher beleuchtet, diskutiert und mit alternativen Verfahren verglichen werden.

4.1.1 Retrospektive Studie

Für eine optimale Beurteilung eines Therapieansatzes oder für die Vergleichbarkeit mehrerer Therapieansätze wäre eine kontrollierte, prospektiv randomisierte und verblindete klinische Studie, wie sie in der Arzneimittelforschung Anwendung findet, die aussagekräftigste Form der Untersuchung medizinischer Zusammenhänge. Um statistisch signifikante Aussagen treffen zu können, muss eine entsprechend große Zahl an Patienten in eine solche Studie eingeschlossen werden. Die Spätfolgen einer Hüftgelenksdysplasie im Sinne einer Arthrose sind bei der sich immer mehr durchsetzenden sonographischen Früherkennung im Säuglingsalter eine Rarität geworden. Bei den relativ niedrigen Fallzahlen werden die Schwierigkeiten eines solchen Ansatzes deutlich. Der Hüftendoprothesenwechsel gehört mittlerweile jedoch zu den häufigeren Operationen - es werden aktuell in Deutschland etwa 10.000 bis 15.000 Hüftendoprothesenwechsel jährlich durchgeführt. Hier besteht eine stark steigende Tendenz. Aufgrund der Tatsache, dass Hüftendoprothesenlockerungen hinsichtlich der individuellen knöchernen Defektsituation von Patient zu Patient enorm variieren, sind prospektive Untersuchungen auch bei diesem Patientenkollektiv mit zuverlässigen Vergleichen kaum möglich.

Auf der anderen Seite muss berücksichtigt werden, dass allein in Deutschland schätzungsweise 160.000 Patienten mit einer gelockerten und revisionsbedürftigen Hüftendoprothese leben. Zieht man weiter in Betracht, dass jährlich etwa 180.000 Primärimplantationen von künstlichen Hüftgelenken durchgeführt werden (weltweit geschätzt 5 Mio.) und diese Zahl seit Jahren eine steigende Tendenz aufweist, wird deutlich, dass in den kommenden Jahren ein lawinenartiges Anwachsen der Wechseloperationen eintreten wird. Verantwortlich dafür ist nicht zuletzt auch, dass einerseits die Standzeit eines künstlichen Gelenkes mit zehn bis 15 Jahren nicht wesentlich verbessert werden konnte und andererseits das Durchschnittsalter bei der

Erstimplantation permanent gesunken ist. Diese als zwangsläufig anzusehende Entwicklung kann mit Fug und Recht als bedrohlich bezeichnet werden.

Unabhängig von der persönlichen Betroffenheit des Patienten mit all seinen psychosozialen Implikationen spielen aber für diese Einschätzung wirtschaftliche Aspekte eine nicht unerhebliche Rolle. Wechseloperationen gehen aufgrund des wesentlich komplexeren Eingriffs mit erheblich höheren Kosten und Risiken einher. So belaufen sich die durchschnittlichen Kosten für eine Primärimplantation auf 7.000 bis 10.000 Euro. Bei einer septischen Komplikation im Rahmen der Wechselchirurgie, welche immerhin in 5 bis 10% der Fälle eintritt, muss mit Kosten von 50.000 Euro und mehr gerechnet werden. Ein bisher wenig beachteter, aber ebenso kritischer Punkt ist der durch die ansteigenden Fallzahlen und etwa viermal längeren Operationszeiten im Vergleich zu einer Primärimplantation zu erwartende Mangel an ärztlichem Fachpersonal, welches diese komplexen operativen Eingriffe beherrscht.

Es gibt also eine Vielzahl von Gründen, die optionalen Operationstechniken hinsichtlich ihrer Erfolgsaussichten zu kontrollieren. Hier werden in Zukunft sicherlich auch prospektive Studien zu diesen Fragestellungen zwingend notwendig werden. Bisher wurden derartige Studien jedoch noch nicht durchgeführt. Auch der Aufbau eines deutschlandweiten Endoprothesenregisters, der aufgrund der großen Fallzahlen verlässliche Schlüsse zulassen könnte, läuft nur schleppend voran.

Insofern muss die hier vorgestellte retrospektive Untersuchung als sinnvoll und notwendig angesehen werden, da kaum alternative Möglichkeiten der Kontrolle bleiben. Nicht zuletzt sei noch darauf hingewiesen, dass valide Aussagen über einzelne Operationsverfahren erst nach zehn bis 15 Jahren getroffen werden können. Auch aus diesem Grund ist die Datenanalyse der bis zu fast zwei Jahrzehnten zurück reichenden Operationen eine wichtige Möglichkeit Tendenzen aufzuzeigen und später zu prüfende Hypothesen zu generieren.

4.1.2 Patientenkollektiv

Ein wichtiges Kriterium, will man die Ergebnisse verschiedener Studien miteinander vergleichen, ist die Zusammensetzung des Patientenkollektivs. Unterschiedliche Verteilungen können Hinweise für die Ursachen unterschiedlicher Ergebnisse liefern. Aus diesem Grund müssen Faktoren, die die Ergebnisse positiv oder negativ beeinflussen könnten, aufgezeigt und denen anderer Studien gegenübergestellt werden.

4.1.2.1 Geschlecht

In unserer Studie machen die weiblichen Patienten (81%) einen erheblich größeren Teil der Patienten aus als in anderen groß angelegten Studien, die zumeist nur Angaben für Erstimplantationen liefern (Dänemark 59%, Norwegen 69%).

Bei Unterscheidung der Geschlechterverteilung je nach Ätiologie, ergeben sich in unserer Studie folgende Zahlen für die weiblichen Patienten: 83,7% bei der Hüftdysplasie, 79,7% bei einer Wechseloperation und 60% bei Erstimplantation aller anderen Ursachen.

Da die angeborene Hüftgelenkdysplasie bei Mädchen etwa acht Mal häufiger vorkommt als bei Jungen, kann dies die obige Zahl erklären. Auch bei anderen Studien, die überwiegend Dysplasiepatienten berücksichtigen finden sich ähnliche Zahlen für den Anteil an weiblichen Patienten: 85% bei Stans et al. (Stans et al., 1998), 89% bei Mulroy und Harris (Mulroy und Harris, 1990) und 91% bei Crowe et al. (Crowe et al., 1979).

Bei der Erstimplantation einer TEP kann man die Skandinavischen Register heranziehen (Havelin et al., 2000). Die weiblichen Patienten stellen hier 60 bis 70% des Gesamtkollektivs und ähneln unseren Zahlen.

Bei Wechseloperationen liegen die Zahlen in anderen Studien zum Teil weit auseinander, fast ausnahmslos sind aber auch hier die weiblichen Patienten in der Überzahl. Sie machen dabei von 55% (Morscher, 1989) über 58% (Rosson und Schatzker, 1992) und etwa 70% (Samuelson et al., 1988) bis hin zu über 80% (Marti et al., 1994) aller Patienten aus.

4.1.2.2 Operationsalter

Bei unserem durchschnittlichen Operationsalter von 56,5 Jahren muss man nach der Art der Operation differenzieren. Für die Wechsel-Operationen ergab sich ein Durchschnittsalter von 62,6 Jahren zum Operationszeitpunkt, für die Primärimplantationen 53,4 Jahre (54,1 Jahre bei den Dysplasiepatienten).

Da die großen skandinavischen Register zumeist nur Angaben über Primäreingriffe enthalten, und bei diesen die Hüftgelenkdysplasie nur einen kleinen Teil ausmacht, kann man diese Literaturangaben nicht zum Vergleich heranziehen.

In Studien, die nur Dysplasiepatienten berücksichtigen finden sich Altersangaben von 47 Jahren bis 57 Jahren (Crowe et al., 1979). In diesen Rahmen fällt auch das Durchschnittsalter unserer Patienten.

Auch bei den Revisionseingriffen findet sich eine ähnliche Situation in der Literatur wie bei uns (62,6 Jahre). Rosson und Schatzker (Rosson und Schatzker, 1992), sowie Morand et al. (Morand et al., 1998) geben ein Durchschnittsalter von etwa 63 Jahren an, bei Massin et al. findet sich ein durchschnittliches Operationsalter von 61 Jahren (Massin et al., 1998), bei Marti et al. sind die Patienten im Durchschnitt etwa 67 Jahre alt (Marti et al., 1994). Letztlich muss jedoch beachtet werden, dass das Operationsalter auch stark von den zur Verfügung stehenden Operationsverfahren beeinflusst wird. Durch eine Optimierung der Implantate und Standardisierung der Operationstechniken wurde das Alter der Patienten bei Erstimplantation kontinuierlich gesenkt. So ist heute die endoprothetische Versorgung von Adoleszenten durchaus keine Rarität. Selbst die Implantation von Hüftendoprothesen bei Patienten vor Abschluss des Knochenwachstums wird als therapeutische Alternative angesehen und in einzelnen Fällen auch praktiziert.

4.1.2.3 Revisionsursachen

Bei den 25 revidierten Endoprothesen in unserer Studie waren die Gründe für eine Revision folgende: Aseptische Lockerung 44%, Infektion 20%, Implantatbruch 20%, Luxation 8% und sonstige Ursachen 8%.

Die aseptische Lockerung liegt in den skandinavischen Ländern bei etwa 63 bis 71%. Eine Infektion macht 6 bis 11%, eine Dislokation 5 bis 13% aller Revisionen aus. Die übrigen Operationsindikationen sind Femurfrakturen, Implantatbrüche und falsche Positionierung der Implantate (Puolakka et al., 2001).

In kleineren Studien werden häufig nur aseptische Lockerungen berücksichtigt. Nur selten finden andere Ursachen Beachtung. Für aseptische Lockerungen werden angegeben: 77% (Gurtner und Ganz, 1993), 98% (Massin et al., 1998) und 100% (Morand et al., 1998). Allerdings muss beachtet werden, dass die Ursachen für eine Prothesenlockerung multifaktoriell sind. Zwar ist die eigentliche Lockerung des Implantates durch die fremdkörperassoziierte Osteolyse des Implantatlagers gekennzeichnet, aber dieser Prozess selbst wird durch die körperliche Aktivität, Übergewicht, Operationsfehler und vielen weiteren Faktoren beeinflusst.

4.1.2.4 Körpergröße und Körpergewicht

Die mittlere Körpergröße betrug bei unseren Patienten 164cm (162cm bei den Frauen, 171cm bei den Männern). Das Durchschnittsgewicht lag bei 71kg (Frauen: 69kg, Männer: 78kg).

Über das Gewicht und die Größe der operierten Patienten finden sich nur selten Angaben in der Literatur. Mulroy und Harris geben ein durchschnittliches Gewicht für die Dysplasiepatienten von 58 Kilogramm an (Mulroy und Harris, 1990). Bei Stans et al. liegen diese Werte bei 158cm und 60kg (Stans et al., 1998). Bei Revisionseingriffen gibt Lachiewicz ein Durchschnittsgewicht von 75kg an (Lachiewicz, 1994).

Dies sind nur einige der Faktoren, die Unterschiede im Patientenkollektiv und so in der Beurteilung des Erfolges einer Operationsmethode ausmachen können. Wie man sich sicherlich vorstellen kann, gibt es jedoch noch viele andere Faktoren, die dazu beitragen können, dass eine Prothese sich unabhängig von der Operationsmethode früher lockert als eine andere. Der Gesundheitszustand des betroffenen Patienten spielt hier sicherlich eine Rolle, das Ausmaß der Belastung, der ein künstliches Hüftgelenk postoperativ ausgesetzt wird wohl nicht minder. Zu diesen Einflüssen finden sich in den Veröffentlichungen nur selten Angaben, was bei der Fülle der möglichen Einflussfaktoren nicht weiter verwundern wird. Diese wären jedoch notwendig, um eine sinnvolle, beziehungsweise aussagekräftige Metaanalyse verschiedener Studien durchführen zu können.

Bei unserer Untersuchung waren die Unterschiede zwischen den revidierten und nicht revidierten TEPs in den Bereichen wie Geschlecht, Alter und Gewicht nicht signifikant. Die geringe Fallzahl lässt jedoch eine allgemeine Aussage sicherlich nicht zu. Auffallende Unterschiede zeigten sich in der Ätiologie des Eingriffs. War die TEP-Implantation in Kombination mit einer Pfannendachrekonstruktion als Primärimplantation notwendig geworden und nicht bereits als Pfannenwechsel nach bereits erfolgter Endoprothesenversorgung scheint dies im Outcome eine günstigere Prognose zu bedingen. Zu diesen Zahlen finden sich jedoch in der Literatur keine aussagekräftigen Zahlen. Hier ist sicherlich noch ein großer Nachholbedarf, der aufgrund der stetig steigenden Zahl an Revisionseingriffen bald Beachtung finden wird.

4.1.2.5 Ausschlusskriterien

Während in anderen Studien Patienten aufgrund des Todes, unbekannter Anschrift oder nicht Wahrnehmen der Einladung zur Nachuntersuchung häufig ausgeschlossen werden

müssen, konnten wir aufgrund der regelmäßig stattfindenden Nachuntersuchung in unserer Klinik oft die Daten früherer Untersuchungen und Röntgenbilder verwenden. So konnte ein größtmögliches Patientenkollektiv erreicht werden. War bei Patienten, die zum Zeitpunkt des Follow-Ups bereits verstorben waren oder aus einem anderen Grund nicht mehr aufzufinden waren, in der Vergangenheit ein Implantat ausgetauscht worden, fand diese Revision trotzdem Eingang in unsere Statistik. Diese wären sonst ausgeschlossen worden und dies hätte womöglich ein besseres Ergebnis als das tatsächliche vorgetäuscht. Auch wurden die Patienten, die die Nachuntersuchung nicht wahrnahmen, schriftlich befragt und erhielten so die Möglichkeit, eine Bewertung des Operationsergebnisses abzugeben. Auch hierdurch erhielten wir Aussagen über eine Revision, die sonst unbemerkt geblieben wäre.

4.1.3 Klinischer Score

In dieser Studie fand die von Merle d'Aubigné und Postel (Merle d'Aubigné, 1952) eingeführte klinische Bewertung Anwendung. Für die Nutzung des Scores nach Merle d'Aubigné sprach, dass dieser Score routinemäßig nicht nur in zahlreichen Studien, sondern auch bei der Aufnahmeuntersuchung und –dokumentation der Hüftpatienten in unserer Klinik verwendet wird. Damit ist die Vergleichbarkeit prä- und postoperativer Ergebnisse gewährleistet. Hier konnten wir in allen untersuchten Bereichen eine deutliche Besserung beobachten. Dies ist - unabhängig von der Bedeutung der Überlebenszeit einer Prothese – für den einzelnen Patienten mit das wichtigste Kriterium zur Beurteilung des Operationsergebnisses.

Die Vergleichbarkeit mit anderen Studien leidet aber zwangsläufig darunter, wenn in diesen ein anderer Score angewandt wurde. Neben dem Score nach Merle d'Aubigné finden der Harris-Hip-Score (Harris, 1969), der Mayo-Score (Kavanagh und Fitzgerald, 1985) und viele andere Anwendung. Aufgrund der Vielzahl von Bewertungsschemata lassen sich die klinischen und subjektiven Kategorien nur selten miteinander vergleichen. Dabei unterscheiden sich nicht nur die Skalierungen, häufig finden auch unterschiedliche Kategorien Eingang in die Scores. Callaghan et al. (Callaghan et al., 1990) zeigten deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Scores und auch zu der subjektiven Einschätzung der Patienten. Sie empfahlen, einen Score zu verwenden, der neben der Funktion des Gelenkes die für die Patienten wichtigen individuellen Parameter wie Schmerzen und Hinken beinhaltet. Diese Kriterien erfüllt der Merle d'Aubigné Score.

Zweifelloos von größerer Wichtigkeit als der Vergleich verschiedener Scores wäre aber eine Einigung auf ein Bewertungsschema (Galante, 1985). Dies würde Unterschiede in den Ergebnissen unterschiedlicher Verfahren deutlicher aufzeigen können und damit eine bessere Vergleichbarkeit unterschiedlicher Studien herbeiführen.

4.1.4 Bestimmung des Drehzentrums

Bereits in der Einleitung wurde auf die Wichtigkeit der korrekten Lage des Drehzentrums hingewiesen. Obwohl sich immer wieder Publikationen finden lassen, die eine vom anatomischen Drehpunkt abweichende Rekonstruktion des Drehzentrums befürworten (Mulroy und Harris, 1990), überwiegt insgesamt der Tenor derjenigen, die die anatomische Rekonstruktion des Drehzentrums vertreten. Wie in Kapitel 1.2 näher beschrieben, kann dies nicht nur aus dem rein physikalischen Kontext nachvollzogen werden. Sowohl theoretische Überlegungen als auch experimentelle Modelle führen zu dem Ergebnis, dass vor allem eine Verlagerung des Drehzentrums nach kranial und lateral zu einer deutlichen Erhöhung der resultierenden Kräfte führt (Antolic et al., 1994; Delp and Maloney, 1993; Doehring et al., 1996; Iglic et al., 1993; Johnston et al., 1979; Lengsfeld et al., 2000; Schüller et al., 1993). Diese wiederum beschleunigt die Lockerung einer Endoprothese. Auch die meisten retrospektiven Untersuchungen zeigen im Vergleich das längere Überleben der Prothesen, bei denen die Rekonstruktion der anatomischen Verhältnisse Berücksichtigung fand (Callaghan et al., 1985; Stans et al., 1998; Yoder et al., 1988).

Durch den Vergleich der Position des Drehzentrums prä- und postoperativ, sowie den Bezug zur physiologischen (anatomischen) Lage des Drehzentrums lässt sich eine Aussage über den Erfolg in der richtigen Positionierung der Pfanne machen. Die Schwierigkeit liegt hierbei zum einen in der Bestimmung eines Referenzpunktes, von dem der Abstand des Drehpunktes gemessen wird. Zum anderen braucht man eine einfache Formel, um vom ausgesuchten Referenzpunkt zum anatomischen Drehpunkt zu gelangen.

Viele Autoren geben Methoden an, mit deren Hilfe sich das Drehzentrum auf zweidimensionalen Röntgenbildern bestimmen lässt.

Ranawat et al. bestimmten ein Dreieck, das sich an der Köhler- und der Shentonlinie orientiert und anhand der Beckengesamthöhe bestimmen lässt (Ranawat et al., 1980). Ein ganzes Dreieck erscheint recht ungenau, Verschiebungen innerhalb dieses Dreiecks würden unbemerkt bleiben. John und Fisher (John und Fisher, 1994) und auch Olmedo-

Garcia et al. (Olmedo-Garcia et al., 2000) wiesen nach, dass die Methode von Ranawat et al. ein im Vergleich zum tatsächlichen Drehpunkt ein zu mediales und zu hohes Ergebnis liefert.

Eine andere anerkannte Methode veröffentlichten Pierchon et al. (Pierchon et al., 1993). Sie nahmen die Köhlersche Tränenfigur als Referenzpunkt. Der Abstand des Drehzentrums lässt sich mit Hilfe von Konstanten, die sich durch Vermessungen des Beckens gewinnen lassen, berechnen.

Andere Autoren gaben ähnliche Methoden an (Fessy et al., 1999; John and Fisher, 1994). Die Tränenfigur wird zumeist als Referenzpunkt gewählt. Verschiedene Indizes, die durch Vermessungen des Beckens berechnet werden, führen zum Drehpunkt.

Boudriot et al. (submitted, Boudriot et al.) untersuchten verschiedene beschriebene Methoden auf ihre Genauigkeit und Zuverlässigkeit. Keine der angegebenen Messungen führte genau zum anatomischen Drehpunkt. Die präzisesten Ergebnisse erbrachte die Methode nach Fessy (Fessy et al., 1999). Abgesehen von der Methode nach Ranawat (Ranawat et al., 1980) lieferten alle anderen Methoden (John und Fisher, 1994; Pierchon et al., 1993) Ergebnisse, die sich nicht mehr als 5mm entfernt vom anatomischen Drehpunkt befanden. Hinsichtlich der Auswirkungen auf die resultierenden Kräfte, die auf das Hüftgelenk einwirken, sind das Abweichungen, die toleriert werden können.

All diese Bestimmungsmethoden verwenden jedoch die Köhlersche Tränenfigur als Referenzpunkt, von dem der Abstand des Drehzentrums angegeben wird. Bei einer durch eine Hüftgelenksdysplasie veränderten Anatomie sowie bei bereits mit einer Endoprothese versorgtem Hüftgelenk ist die Köhlersche Tränenfigur jedoch häufig auf einem Röntgenbild nicht mehr genau bestimmbar. Da dieses Patientenkollektiv den Großteil der von uns untersuchten Patienten stellte, waren diese Methoden von vornherein für unsere Bestimmungen ungeeignet.

Boudriot et al. (Boudriot et al., 2006) beschrieben eine Methode, bei der der Schnittpunkt der Köhlerlinie mit einer Horizontalen durch das Dach der beiden Foramina obturatoria als Referenzpunkt gewählt wird. Der Abstand des physiologischen Drehpunktes wird nicht in Absolutwerten wie bei den meisten Bestimmungsmethoden angegeben, sondern relativ zur Beckengesamthöhe. Diese Zahlen ergaben sich bei der Untersuchung von Röntgenbildern gesunder Frauen und Männer, wobei je nach Geschlecht diese Relativwerte variieren.

Diesen Schnittpunkt nahmen wir als Referenzpunkt. Da jedoch nur bei wenigen Patienten die Beckengesamthöhe ausgemessen werden konnte, konnte in den meisten

Fällen nur der absolute Abstand des Drehzentrums vom Referenzpunkt bestimmt werden. Wo es möglich war, wurde nach dieser Methode der physiologische, anatomische Drehpunkt relativ zur Beckengesamthöhe zusätzlich bestimmt.

4.1.5 Diagnostik der Implantatlockerung

In der Diagnostik der aseptischen Lockerung lässt die hohe Zahl an vorgestellten Methoden darauf schließen, dass es in diesem Punkt ein einheitlich anerkanntes und akzeptiertes Verfahren noch nicht gibt. Einig ist man sich darüber, dass die Progression osteolytischer Säume und Zysten (Demarkationen) und eine Wanderung der Endoprothese (Migration) eindeutige radiologische Zeichen einer Lockerung sind.

Die Demarkationen werden recht einheitlich noch immer nach der 1976 von DeLee und Charnley veröffentlichten Methode eingeteilt (DeLee und Charnley, 1976). Diese wurde auch im Rahmen dieser Studie angewandt und ist in Kapitel 2.3.6 näher dargestellt. Dabei gilt generell nicht das Vorhandensein von osteolytischen Säumen als Beweis für eine Lockerung, sondern das Fortschreiten dieser.

Für die Migrationsanalyse existieren verschiedene Methoden. Die höchste Genauigkeit ermöglicht dabei die Röntgenstereophotogrammetrie (RSA), welche mit einer Auflösung bis zu 0,1mm arbeitet (Baldursson et al., 1979; Mjoberg et al., 1986). Diese sehr kosten- und zeitaufwendige Methode wird bei prospektiven Studien mit kleinen Fallzahlen angewandt und ist für größere retrospektive Studien nicht einsetzbar.

Bei den konventionellen grafischen Bestimmungsmethoden werden normale Beckenübersichtsaufnahmen mit einem Lineal und einem Stift vermessen (Nunn et al., 1989; Sutherland et al., 1982; Wetherell et al., 1989). Es werden Übersichtsaufnahmen des ganzen Beckens benötigt und bestimmte knöcherne Referenzpunkte müssen erkennbar und vermessbar sein. Die Genauigkeit wird mit zwei bis drei Millimetern angegeben.

Für die Einzel-Bild-Röntgen-Analyse (EBRA) werden ein Software-Programm und mindestens vier Beckenübersichtsaufnahmen benötigt (Krismer, 1997; Russe, 1988). Sie ist aufgrund der zur Bestimmung notwendigen Anzahl an Röntgenbildern und den technischen Erfordernissen hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit eingeschränkt, ermöglicht aber eine relativ genaue Bestimmung von Pfannenmigrationen (Eckardt et al., 1998; Ilchmann et al., 1992).

Eine Migrationsanalyse konnte im Rahmen unserer Studie nicht durchgeführt werden. Routinemäßig werden in unserer Klinik nach TEP-Implantationen nur einseitige

Hüftaufnahmen angefertigt, zumeist beim liegenden Patienten. Da für alle anerkannten Methoden aber eine Beckenaufnahme vonnöten ist, konnten postoperative Bilder mit denen, die bei der Nachuntersuchung angefertigt wurden, nicht verglichen werden. Methoden, die mit einseitigen a.p.-Hüftgelenksaufnahmen auskommen, haben sich bis heute nicht durchgesetzt.

Aus diesem Grund konnte neben der körperlichen Untersuchung der Patienten nur die Bestimmung der Lysesäume um die künstliche Pfanne oder eine augenscheinliche Migration als Hinweis auf eine Lockerung verwendet werden. Da ein klinisch und radiologisch gelockertes Hüftgelenk in Marburg jedoch immer gewechselt wird, taucht die Implantatlockerung nicht als eigenständiger Faktor in dieser Studie auf, sondern lässt sich nur als Ursache einer Revision finden. Aus diesem Grund wird auch nur die Revisionsrate zum Vergleich mit anderen Studien herangezogen.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

Hier sollen die Faktoren dargestellt werden, die ursächlich für eine erhöhte Lockerungswahrscheinlichkeit verantwortlich sein könnten. Dabei wurden die Verteilungen für bestimmte prädisponierende Merkmale in der Gruppe der revidierten, also gelockerten Pfannen denen im Gesamtkollektiv gegenübergestellt.

4.2.1 Allgemeines

Das Geschlecht, das Gewicht (bzw. BMI), das Alter bei der Erstimplantation und der eingebaute Pfannentyp scheinen keinen Einfluss auf eine erhöhte Lockerungsrate zu haben. Diese Merkmale waren in der Gruppe der Revidierten etwa gleich verteilt wie in der gesamten Gruppe.

Auch die Größe des verwendeten Knochentransplantates unterschied sich in beiden Gruppen nicht signifikant. Ebenso wenig scheint ein kleinerer oder größerer Pfanneninklinationswinkel zu einer erhöhten Revisionsrate beizutragen.

Untersucht wurde zudem, ob sich ein Trend erkennen lässt, in welchem postoperativen Jahr die Implantatlockerungen und Revisionen zunehmen (siehe dazu auch Kap.3.4.2). In den ersten drei Jahren wurden jeweils drei Revisionen pro Jahr vorgenommen. In den darauf folgenden Jahren pendeln die Werte konstant bei ein bis zwei (einmal auch keine) Revisionen pro Jahr. Im 15. postoperativen Jahr kann man wieder drei TEP-

Explantationen beobachten. Bei einer durchschnittlichen Liegedauer von zehn bis 15 Jahren für eine Hüft-TEP könnte man bei einer längeren Beobachtungsdauer hier sicherlich eine Zunahme der Revisionen beobachten.

Wenn man von einer Häufung in den ersten postoperativen Jahren ausgeht, könnte man sich operationsmethodische Fehler als Ursache für die Häufung vorstellen. Für acht der ersten neun Revisionen konnte eine Angabe zur Ursache des erforderlichen Wechsels gemacht werden. Zwei TEPs mussten aufgrund rezidivierender Luxationen gewechselt werden (22%), drei aufgrund einer Infektion explantiert werden (33%). Bei weiteren drei war eine aseptische Lockerung die Revisionsursache (33%). Im weiteren Verlauf kam es zu keiner weiteren Luxation, eine Infektion machte in den folgenden Jahren nur noch 14% der Revisionsursachen aus. Die aseptische Lockerung war nach den ersten drei Jahren für 57% der Revisionen verantwortlich. Der Implantatbruch trat erst im späteren Verlauf auf. Sicher sind die Fallzahlen zu niedrig, um von einem erkennbaren Trend sprechen zu können. Hier wäre eine längere Beobachtung mit einer sich dadurch erhöhenden Fallzahl hilfreich, um valide Aussagen treffen zu können.

4.2.2 Art des Transplantates und Ätiologie des ursprünglichen Eingriffs

Unterschiede zeigten sich erwartungsgemäß bei der Art des Transplantates und der Ursache des ursprünglich notwendig gewordenen Eingriffs. Da bei Primärimplantationen wenn möglich immer autologer Knochen zum Pfannendachaufbau verwendet wird, während bei Pfannenwechseln so gut wie nie autologes Material zur Verfügung steht, also auf homologen Knochen zurückgegriffen werden muss, korrelieren diese beiden Faktoren eng miteinander und werden hier zusammen aufgeführt.

Bei den 25 revidierten Hüft-TEPs (also die, die man als „Versager“ definiert) ergab sich eine Verteilung von 54,2% homologen und 45,8% autologen Transplantaten beim Pfannendachaufbau, bzw. 52% Wechseloperationen und 48% Erstimplantationen als ursprüngliche Ursache für die TEP-Implantation. Dies zeigt eine deutlich andere Verteilung als die in der gesamten Gruppe. Hier fanden sich 36,2% homologe und 63,8% autologe Transplantate, bzw. 34,2% Wechseloperationen und 65,8% Erstimplantationen. Hier scheint die Verwendung eines homologen Transplantates als ungünstiger Prognosefaktor aufzufallen. Auch eine Zweit- oder sogar Drittimplantation weist auf eine höhere Wechselwahrscheinlichkeit hin.

Aufgrund dieser Korrelation homolog-Wechseloperation und autolog-Erstimplantation lässt sich allerdings auch keine Aussage dazu treffen, welcher dieser beiden Faktoren für eine erhöhte Lockerungswahrscheinlichkeit verantwortlich zu machen ist. Vorstellbar sind beide Möglichkeiten.

Bei der Art des Knochentransplantates herrscht die einhellige Meinung darüber, dass autologem Knochen – sofern möglich – gegenüber homologem Knochenmaterial der Vorzug zu geben ist. Die Unterschiede im Einwachsverhalten von autologen, bzw. homologen Knochen werden in Kapitel 4.3.3 näher ausgeführt.

Bei der Implantation einer primären Hüftendoprothese kann zur Verbesserung des Knochenlagers im Pfannenbereich der eigene Hüftkopf des Patienten als Transplantatmaterial eingesetzt werden. Im Falle einer Revisionsoperation entfällt diese Option, da der originale Hüftkopf im Rahmen der Erstoperation entfernt wurde. In diesen Fällen kommen routinemäßig homologe Transplantate zum Einsatz. Der Beckenkamm als Quelle für autologes Transplantatmaterial ist nicht geeignet, da die biomechanischen und geometrischen Voraussetzungen keine sinnvolle Nutzung zulassen. Darüber hinaus ist die verfügbare Menge an Knochen zu klein.

Vorstellbar wäre auch, dass bei einem Wechseleingriff ein größerer Knochendefekt entsteht als bei einer Erstimplantation einer Endoprothese. In unserer Untersuchung bestätigt sich diese Vermutung. Die verwendeten Knochentransplantate mussten bei Wechseleingriffen einen größeren Defekt ausgleichen als bei den Primärimplantationen. Dies schlägt sich jedoch nicht bei den Revisionen nieder. Bei den 25 Prothesen, die gewechselt werden mussten, war das ursprünglich transplantierte Knochenmaterial – soweit es auf zweidimensionalen Röntgenbildern ausgemessen werden konnte – nicht größer als bei den Prothesen, die zum Untersuchungszeitpunkt nicht gewechselt worden waren. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass bei den gewechselten Implantaten mehr homologe Transplantate verwendet werden mussten als bei den nicht gewechselten Prothesen. Die homologen Transplantate waren im Durchschnitt größer als die autologen. Dennoch lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Größe des Transplantates und der Revisionshäufigkeit nicht herstellen. Folgern könnte man daraus, dass die Art des verwendeten Knochenmaterials (also autologer oder homologer Knochen) auf die Prognose der Überlebenswahrscheinlichkeit einen größeren Einfluss hat als die Größe des Transplantates.

Da jedoch die Art des Transplantates kein unabhängiger Faktor ist, sondern von der Art des Eingriffs abhängt (Erstimplantation oder Wechseloperation), lässt sich abschließend

nicht sagen, ob tatsächlich die homologen Transplantate eine ungünstigere Prognose bedingen oder ob eine Wechseloperation eine kürzere Überlebenswahrscheinlichkeit nach sich zieht. Auffallend war nämlich auch der signifikant größere Anteil der Revisionen in der Gruppe der ursprünglichen Wechseloperationen (21,3%) im Vergleich zur Gruppe der ursprünglichen Primärimplantationen (10,3%).

4.2.3 Position des Drehzentrums

Schließlich wurde die Position des Drehpunktes, der von vielen Autoren als ein wichtiger Faktor gesehen wird, untersucht. Präoperativ konnte zwischen den beiden Gruppen (also die, die später revidiert werden mussten und die, die bis zum Beobachtungszeitpunkt unauffällig waren) kein signifikanter Unterschied aufgezeigt werden ($p=0,565$). Damit könnte man die unterschiedlichen präoperativen Verhältnisse als Faktor, der eine spätere Revision verursacht, ausschließen. Allerdings konnte auch nur in sieben der 25 revidierten Fälle der Drehpunkt präoperativ bestimmt werden, so dass ein Unterschied bei größeren Fallzahlen sicherlich nicht ausgeschlossen werden kann.

Bei den postoperativ gemessenen Drehpunkten, also zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zeigte sich bei denen in der Horizontalen gemessenen Werten ebenfalls kein signifikanter Unterschied in der Gruppe der Revidierten zu denen des Gesamtkollektivs. Hier kann die Diskussion, die von vielen Autoren über eine zu weit medial oder lateral implantierte Pfanne geführt wird, nicht bestätigt werden. Andererseits könnte dies auch dafür sprechen, dass die Wiederherstellung des Drehpunktes in der horizontalen Richtung durch den Pfannenaufbau mit Transplantaten so gut gelingt, dass die präoperativen Verhältnisse ganz ausgeglichen werden können und so nicht mehr zu einer erhöhten Lockerungswahrscheinlichkeit beitragen.

Ein hochsignifikanter Unterschied zeigte sich jedoch bei den in der Vertikalen gemessenen Werten ($p=0,002$). Bei den revidierten Pfannen lag das Hüftgelenksdrehzentrum im Durchschnitt 27,99mm kranial des Referenzpunktes. In der Gesamtgruppe betrug dieser Wert lediglich 20,68mm. Das bedeutet, dass in den Fällen, in denen eine Revision der Hüft-TEP vorgenommen werden musste, das Drehzentrum nicht so gut rekonstruiert werden konnte wie in den Fällen, bei denen zum Untersuchungszeitpunkt keine Lockerung bestand. Hier scheint sich die bereits erwähnte Ungünstigkeit eines „High Hip Centers“ zu bestätigen und in einer höheren Revisionswahrscheinlichkeit niederzuschlagen.

Interessant wäre in diesem Zusammenhang sicherlich auch, ob dieser Unterschied schon direkt postoperativ beobachtet werden kann. Hierzu wären standardisierte Beckenübersichtsaufnahmen postoperativ vonnöten. Diese müssten angefertigt werden, wenn der Patient das Hüftgelenk wieder voll belasten kann, um die Vergleichbarkeit mit den Beckenübersichtsaufnahmen, die im Stehen gemacht werden, zu gewährleisten. Dies würde jedoch für den Patienten eine erhöhte Strahlenbelastung bedeuten, da zu diesem Zeitpunkt kein weiteres Röntgenbild für das therapeutische Vorgehen notwendig ist und aus diesem Grund auch nicht routinemäßig angefertigt wird. Häufig konnte der postoperative Drehpunkt erst nach Jahren im Rahmen der Nachuntersuchung ausgemessen werden. Damit lässt sich nicht beweisen, dass eine Rekonstruktion des anatomischen Drehzentrums während der Operation nicht gelang und der Grund für die erhöhte Revisionsrate das sogenannte „High Hip Center“ ist. Vorstellbar wäre auch, dass der gemessene Wert zumindest teilweise auf eine jahrelange Migration der Pfanne zurückzuführen ist, welche dann in einer Revision endet.

Auffallend ist auch die unterschiedliche vertikale Positionierung des Drehzentrums bei den Primäreingriffen und den Wechseloperationen. Sowohl im Gesamtkollektiv als auch in den Revisionen lässt sich in der Gruppe der Wechseleingriffe ein deutlich höheres Drehzentrum beobachten als in der Gruppe der Primäreingriffe. Während dies im Gesamtkollektiv einen signifikanten Unterschied bedeutet, lässt sich bei den Revisionen aufgrund der geringen Fallzahl kein hochsignifikanter Unterschied erkennen.

Unterschiede lassen sich auch aufzeigen, wenn man die präoperativen Werte mit denen, die beim Follow-Up gemessen wurden, vergleicht. Während in der Gesamtgruppe zwischen den beiden Werten ein signifikanter Unterschied herrscht, also die Position des Drehzentrums nachweislich günstiger verlagert werden konnte, kann in der Gruppe der revidierten Pfannen ein signifikanter Unterschied zwischen prä- und postoperativen Werten nicht herausgearbeitet werden. Daraus kann man folgern, dass hier womöglich eine ausreichende Verlagerung des Drehzentrums durch den Eingriff nicht gelungen ist und dass dies möglicherweise eine Ursache der Lockerung darstellt.

4.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend sollen einige Ergebnisse noch einmal aufgeführt werden.

Präoperativ lag kein eindeutiger Unterschied des Drehzentrums in beiden Gruppen (revidiert und nicht revidiert) vor. Die Ausgangslage scheint hier keinen Einfluss auf eine Revisionsrate zu haben.

Durch den Pfannendachaufbau mit Knochenmaterial konnte eine vollständige Rekonstruktion des anatomischen Drehzentrums zwar nicht erreicht werden, aber es gelang eine deutliche Annäherung an die anatomische Position. Eine Verlagerung des Drehzentrums gelang im Gesamtkollektiv, wenn man die prä- mit den postoperativen Werten vergleicht. Dies ist bei den Revisionen nicht der Fall.

Die Pfannen, bei denen das Drehzentrum kranialer rekonstruiert wurde, mussten häufiger gewechselt werden. Hier liegt der Schluss nahe, dass unabhängig von den präoperativen Verhältnissen eine weitestgehend anatomische Rekonstruktion des Drehzentrums hergestellt werden kann und - für eine günstige Prognose - hergestellt werden muss. Und wenn dies nicht gelingt, also wenn ein zu hohes Drehzentrum in Kauf genommen wird, mit einer verkürzten Lebensdauer des Implantates zu rechnen ist. Da auf die anderen ungünstigen Prognosefaktoren wie homologes Transplantat oder Wechseleingriff im Moment der Operation kein Einfluss genommen werden kann, muss das besondere Augenmerk auf der bestmöglichen Rekonstruktion des Drehzentrums liegen.

Die Größe der homologen Knochentransplantate war im Durchschnitt größer, dementsprechend mussten bei Pfannenwechseln größere Transplantate angebaut werden. Daraus resultiert jedoch keine erhöhte Lockerungs- und Revisionswahrscheinlichkeit. Die Größe der Transplantate bei den Endoprothesen, die später gelockert waren und gewechselt werden mussten, unterschied sich nämlich nicht von der durchschnittlichen Größe im Gesamtkollektiv. Also kann man folgern, dass die Größe des Knochendefektes und die Größe des verwendeten Knochenmaterials keinen Einfluss die Lockerungsrate haben.

4.3 Vergleich mit anderen Studien

Manche Autoren beschreiben Revisionsraten und Lockerungsraten gesondert. Da wie oben erwähnt in Marburg eine radiologisch eindeutig gelockerte Pfanne aber generell gewechselt wird, um weiteren Knochenabbau zu vermeiden, wurde als Versagen der Prothese der Wechsel derselben definiert.

Insgesamt wurden nach einer durchschnittlichen Beobachtungsdauer von sechs Jahren und acht Monaten 25 der 209 eingebauten Pfannen (12%) wieder gewechselt. Dabei wurden zwölf der insgesamt 130 erstmalig implantierten künstlichen Hüftpfannen gewechselt. Die Revisionsrate lag hier bei 9%. Hingegen wurde bei 13 der insgesamt 69 Wechseloperationen eine erneute Revision notwendig. Dies ergibt eine etwa doppelt so hohe Revisionsrate (19%). Aufgrund der unterschiedlichen Resultate und der unterschiedlichen Ausgangslage bei Primärimplantationen und Wechseloperationen sollen diese einzeln betrachtet werden.

4.3.1 Dysplasie

Harris und seine Kollegen, die zu den ersten gezählt werden können, die die Pfannendachplastik mittels Knochentransplantaten bei Dysplasiepatienten durchgeführt haben, berichten in den ersten postoperativen Jahren über gute Ergebnisse dieser Methode (Harris et al., 1977). Aber bereits nach etwa sieben Jahren beschreiben sie eine Revisionsrate von 10% und eine Lockerungsrate von etwa 20% (Gerber und Harris, 1986). Ursächlich für die Lockerungen werden zunehmende Resorptionserscheinungen der knöchernen Transplantate und der Einbruch der Implantate in dieses geschwächte knöcherne Bett angeführt. 11,8 Jahre nach der ursprünglichen Operation geben Mulroy und Harris bereits eine Revisionsrate von 20% und eine Lockerungsrate von 46% an (Mulroy und Harris, 1990). Sie raten von der Verwendung großer Knochentransplantate wie Femurköpfe zur Rekonstruktion des knöchernen Pfannenlagers ab. Stattdessen empfehlen sie, kleine Pfannen zu verwenden und diese proximal des anatomischen Drehzentrums zu implantieren, wenn die Pfanne in der anatomischen Position nicht fest verankert werden kann. Eine solche Situation wird als „High Hip Center“ bezeichnet. Als mögliche Faktoren, die die Lockerungsrate erhöhen, geben sie eine fehlende posteriore Abstützung der Pfanne durch das Transplantat, die Verwendung kleiner Schaftköpfe, die zu einer Erhöhung des Spitzendrucks beitragen, ein junges

Operationsalter, sowie Übergewicht der Patienten an (Gerber und Harris, 1986; Mulroy und Harris, 1990).

Auch McQueary und Johnston sprechen sich gegen die Verwendung großer gewichtstragender Knochentransplantate aus (McQueary und Johnston, 1988). Sie schlagen vor, die künstlichen Pfannen so weit medial wie möglich einzuzementieren. Nach 8,5 Jahren musste bei dieser Technik keine Pfanne aufgrund einer aseptischen Lockerung gewechselt werden. Zwei (3%) wurden aufgrund einer tiefen Infektion revidiert und sechs (10%) hatten radiologische Zeichen einer Lockerung. Nach Vergleich mit den Ergebnissen aus ihren früheren Studien, bei denen Knochentransplantate verwendet worden waren, folgern sie, dass die Pfannendachplastik mit großen, massiven Knochentransplantaten und einer zementierten Pfanne, die Lockerungsrate nicht verkleinert, sondern sie sogar erhöht.

Marti et al. dagegen verwenden zwei bis drei kleine autologe Knochentransplantate zum Pfannenaufbau, um ein gutes Einheilen des transplantierten Knochens zu erreichen und die von Harris und seinen Kollegen beobachteten Resorptionen zu vermeiden (Marti et al., 1994). Bei schweren Formen der Dysplasie befestigen sie die Knochenbälkchen mit Platten am Ilium, kombinieren die Pfannendachplastik mit einer Chiari-Osteotomie oder benutzen Reinforcement-Ringe, um Stabilität zu gewährleisten. Bei den Primäreingriffen berichten sie von einer Revisionsrate von 8% nach etwa zehn Jahren. Sie beobachten keine relevante Resorption des transplantierten Knochens und beschreiben ein gutes Einwachsverhalten der Transplantate. Trotz einer durchschnittlich längeren Follow-Up-Dauer sind ihre Ergebnisse den unseren überlegen.

Auch Sanzen et al. (Sanzen et al., 1988) beschreiben Resorption zumeist lediglich in dem unbelasteten lateralen Teil des Transplantates. Sie beobachten sogar in einigen Fällen eine Zunahme der Transplantatgröße entsprechend einer Neuformation des Knochens. Nach vier Jahren und vier Monaten berichten sie über eine Revisionsrate von 16% und liefern damit deutlich schlechtere Ergebnisse als unsere beschriebene Methode. Die Patientenzahl ist mit 32 Hüfteingriffen jedoch relativ gering.

Auch in einer kleineren Studie (21 Eingriffe) berichten Wu et al., dass alle Transplantate gut eingewachsen seien und laterale Resorption in nur drei Fällen aufgetreten sei (Wu et al., 2004). Hierbei wurden ebenfalls massive autologe Femurköpfe verwendet ohne die Pfanne einzuzementieren. Im Durchschnitt wurde 31% der Pfanne vom Transplantat überdacht (10-45%). Mit 4,7 Jahren ist der

Nachuntersuchungszeitraum aber noch zu gering um von Langzeitergebnissen zu sprechen.

Über eine neunprozentige Revisionsrate nach 7,5 Jahren berichten Spangehl et al. (Spangehl et al., 2001). Auch sie beobachten zumeist nur im lateralen Teil des Transplantates eine Resorption.

Auch in einer Studie mit einer kleinen Fallzahl (28 Eingriffe), jedoch elf Jahre nach der Operation beschreiben Farrell et al. eine Revisionsrate von 18% (Farrell et al., 2005). Diese Zahl ähnelt der Revisionsrate von Mulroy und Harris (Mulroy und Harris, 1990), jedoch beobachten Farrell et al. keine zusätzlichen Lockerungen. Sie beschreiben eine anfängliche Resorption der Transplantate in den ersten Jahren. Dabei habe die Transplantatbreite nach 4,8 Jahren um einen Millimeter abgenommen, nach elf Jahren sei jedoch keine weitere substantielle Resorption mehr aufgetreten.

Eine neuere Langzeitstudie berichtet von keiner einzigen gewechselten Pfanne nach durchschnittlich 19 Jahren (Kobayashi et al., 2004). Beschrieben wird hier eine bei 37 dysplastischen Hüftgelenken - der Großteil Crowe II und III, (Crowe et al., 1979) - durchgeführte Pfannendachplastik mit massiven autologen Transplantaten und zementierten Pfannen. Die Transplantate überdecken die Pfanne durchschnittlich zu 33% (5-49%). Kobayashi et al. empfehlen diese Technik, wenn höchstens 50% der Pfanne durch transplantierten Knochen überdacht wird, ansonsten raten sie zu einer proximaleren Positionierung der Pfanne. Sie berichten, dass alle Transplantate eingewachsen seien und dass weder radiologische noch klinische Hinweise auf eine Lockerung deuteten.

4.3.2 Revisionen

4.3.2.1 Einteilung der Pfannendefekte

Um die Ergebnisse der verschiedenen Autoren miteinander vergleichen zu können, müssen die Ausgangsvoraussetzungen klassifiziert werden. So wird im Allgemeinen die Unterscheidung der Knochendefekte nach der American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS) eingeteilt. Dabei werden vier Typen von Knochendefekten unterschieden: Typ I: „cavitary“ (von umgebendem Knochen gedeckt), Typ II: „segmental“ (ungedeckt), Typ III: kombinierte Defekte (Typ I und II) und Typ IV: Diskontinuität des Beckens.

Eine andere gängige Einteilung ist die Einteilung der Pfannendefekte nach Paprosky (Paprosky et al., 1994). Grundlage ist hierbei die Beurteilung des Pfannenrandes und dessen Fähigkeit, eine Prothese zu stabilisieren und abzustützen. Nach Auswertung einer a.p.-Beckenübersichts- und einer seitlichen Aufnahme wird entsprechend der Ausprägung einer Implantatmigration und der Schwere einer Osteolyse eingeteilt in Typ-I- bis Typ-III-Defekte.

Die Klassifikationen der knöchernen Pfannendefekte haben sich jedoch erst in den letzten Jahren durchgesetzt, so dass in den OP-Berichten der von uns nachuntersuchten Patienten hierzu keine Daten verfügbar sind.

Darüber hinaus herrscht um den Sinn einer solchen Klassifikation noch keine Einigkeit. Mehrere Autoren haben sich mit der Zuverlässigkeit dieser Einteilungen beschäftigt. Sie haben sowohl die Beurteilung der Röntgenbilder durch unterschiedliche Untersucher, als auch die radiologische Bewertung mit der intraoperativen Bewertung verglichen. Dabei bescheinigen sie den gängigen Klassifizierungen keine zuverlässigen Ergebnisse (Campbell et al., 2001; Gozzard et al., 2003).

Auch die operative Praxis zeigt, dass die oben genannten radiologischen Einteilungen die tatsächliche Situation häufig nur unvollständig wiedergeben. Die Beurteilung über das Ausmaß der Defekte muss durch den Operateur intraoperationem erfolgen. Ebenso muss die Entscheidung darüber, auf welche Art eine Pfanne wieder aufgebaut werden sollte, an Ort und Stelle gefällt werden.

4.3.2.2 Ergebnisse bei Wechseloperationen

McGann et al. verwenden in 75 Fällen autologe und homologe kortikospongiöse und spongiöse Knochentransplantate zum Pfannenaufbau bei unzementierten Revisionsoperationen. Sie berichten nach 14 Monaten über Resorptionen in „uncontained“, also nicht von Empfängerknochen gedeckten Transplantaten. Nach der kurzen Nachuntersuchungszeit können sie keine Migration feststellen. Auch sei kein radiologischer oder klinischer Unterschied zwischen autologen und homologen Transplantaten zu beobachten (McGann et al., 1988).

Trancik et al. geben eine Revisionsrate von 6% nach durchschnittlich 3,5 Jahren an (Trancik et al., 1986). Sie benutzen massive homologe Femurkopftransplantate, im Unterschied zu unserer Studie zementieren sie jedoch die Pfannen ins knöcherne Lager ein.

Nach drei Jahren und acht Monaten beschreibt Padgett eine Revision in 5% der 129 Fälle und ein gutes Einwachsen der autologen, homologen und gemischten Transplantate (Padgett, 1993). Demarkationssäume traten vor allem in Regionen auf, in denen homologe Transplantate benutzt worden waren.

Auch Morscher (Morscher, 1989) gibt einer zementfreien Technik den Vorzug, insbesondere im Hinblick auf eine etwaige erneute Revision. Das Ziel der Rearthroplastik sei es, keine weiteren Knochendefekte zu schaffen und möglichst wieder anatomische Verhältnisse herzustellen. Er zerreibt autologes und homologes Knochenmaterial zu einer Knochenpaste, um Vaskularisation und Remodelling des Transplantates zu erleichtern. Mit dieser Technik erreicht er eine Revisionsrate von 5% nach durchschnittlich vier Jahren und zehn Monaten.

Lachiewicz stellt nach fünf Jahren mit einer zementfreien Pfanne und massiven und spongiosen homologen Transplantaten keine Migration oder Lockerung fest (Lachiewicz, 1994).

Avci empfiehlt eine zementfreie Technik mit massiven homologen Femurköpfen zum Pfannenaufbau (Avci, 1998). Zwar hat er nach ebenfalls fünf Jahren Revisionen in 5% der Fälle, jedoch war bei ihm mindestens 50% der künstlichen Pfanne von transplantiertem Knochen bedeckt. Davon raten viele Autoren und nehmen lieber eine ungünstigere Platzierung des Drehzentrums in Kauf.

Sloof empfiehlt trotz einer Versagensquote von 11,4% nach fünf Jahren eine zementierte Pfanne in Kombination mit homologen Spongiosachips, die bei segmentalen Defekten mit einem Drahtgeflecht stabilisiert werden (Slooff, 1996). Er rät von massiven Knochentransplantaten ab, ebenso von einer superioren Positionierung des Drehzentrums. Seiner Meinung nach haben kleine Spongiosachips den Vorteil, dass sie schneller einwachsen und sich umstrukturieren. Auch passen sie sich Flächenunebenheiten besser an.

Auch Azuma verwendet zerkleinerte homologe kortikospongiöse Transplantate und eine zementierte Pfanne (Azuma, 1994). Nach durchschnittlich 5,8 Jahren berichtet er über keine einzige Revision.

Über eine Revisionsrate von 13% berichten Traina et al. nach 7,6 Jahren. Nach einer zementlosen Technik mit massiven Knochentransplantaten seien alle Transplantate gut eingewachsen (Traina et al., 2005).

Diesen Ergebnissen ähnlicher Operationsmethoden ist unsere Revisionsrate von 19% nach sechs Jahren und neun Monaten teilweise unterlegen. Doch besonders bei den

Wechseloperationen wird deutlich, wie wenig vergleichbar die unterschiedlichen Studien sind. Die anatomischen Gegebenheiten, die der Operateur vorfindet, passen kaum in ein Schema, welches für zweidimensionale Röntgenbilder entwickelt worden ist. Die Beschaffenheit der noch vorhandenen Knochensubstanz, der unterschiedliche Lebensstil der einzelnen Patienten, damit einhergehend die allgemeinen Risikofaktoren wie Übergewicht, andere Erkrankungen, Ausmaß der zukünftigen Belastung des Hüftgelenkes und vieles mehr finden kaum Eingang in die Publikationen und würden den Rahmen dieser Studien sicherlich sprengen. Darunter leidet die Vergleichbarkeit.

4.3.2.3 Alternative Methoden

Generell kann man die Techniken danach unterscheiden, auf welche Art sie den Knochendefekt ausgleichen. Man kann die Methoden in eine Gruppe zusammenfassen, die mit Hilfe von Prothesen den Defekt überbrückt oder umgeht, sowie in eine zweite Gruppe, die den Defekt auffüllt und beseitigt.

4.3.2.3.1 Überbrückung des Defektes mit Hilfe von übergroßen Prothesen

Einige Autoren empfehlen die Verwendung übergroßer Pfannen bei moderaten Pfannendefekten.

MacKenzie et al. zeigen, dass bei übergroßen Pfannen die Pfannen zwar sehr genau an die Acetabulumränder angepasst werden können (MacKenzie et al., 1994). Im Innern kommt es jedoch zu großen Lücken und fehlendem Kontakt zwischen Knochen und Implantat.

Jasty berichtet, dass bei einem Nachuntersuchungszeitraum von durchschnittlich zehn Jahren nur eine von 19 Pfannenwechseln erneut gewechselt wurde (5%) (Jasty, 1998). Eingebaut wurden unzementierte, große, im Durchmesser 70 bis 80 Millimeter messende Pfannen. Gedeckte („contained“) Knochendefekte wurden mit zerkleinertem Knochenmaterial aufgefüllt. Bis auf eine aufgrund eines septischen Geschehens gewechselte Pfanne, trat keine definitive Lockerung auf.

DeBoer und Christie sehen Probleme bei den großen Pfannen, sobald der anteriore oder posteriore Pfeiler des Acetabulums insuffizient sind (DeBoer und Christie, 1998). In diesen Fällen, in denen große kombinierte Knochendefekte die stabile Verankerung einer Pfanne erschweren, geben sie einer unzementierten Oblong-Prothese den Vorzug. Nach 4,5 Jahren erzielten sie bei allen 18 Fällen gute klinische Ergebnisse. Es wurde keine Pfanne revidiert und auch keine Migration gesehen.

Sutherland dagegen berichtet von drei Revisionen in sechs Fällen nach mindestens vier Jahren Nachuntersuchungszeit (Sutherland, 1996). Dabei schnitten „custom-made“-Implantate (auf den Patienten zugeschnittene Implantate) sehr viel schlechter ab als konfektionierte Implantate. Er rät, die Indikation zum Einbau dieser exzentrischen Pfannen sehr streng zu stellen.

4.3.2.3.2 „High Hip Center“

Dearborn und Harris sehen eine gute Möglichkeit in der Wahl eines hohen Drehzentrums (Dearborn und Harris, 1999). In 40 zementlosen Revisionsfällen mussten nur 13% der Pfannen erneut gewechselt werden, 5% aufgrund einer aseptischen Lockerung. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug durchschnittlich etwa zehn Jahre und fünf Monate.

Entsprechend den Überlegungen von Johnston et al. (Johnston et al., 1979) beobachten dagegen viele andere erhöhte Lockerungs- und Revisionsraten bei zu hoher Platzierung des Drehzentrums (Callaghan et al., 1985; Stans et al., 1998; Yoder et al., 1988). Darüber hinaus muss beim Einsatz dieser Methode an die Insuffizienz der pelvitrochantären Muskulatur gedacht werden, welche zwangsläufig auftritt.

4.3.2.3.3 Auffüllen des Defektes mit Zement

Im Allgemeinen herrscht Einigkeit darüber, dass Knochendefekte besser aufgefüllt werden sollten, als durch Prothesen überbrückt.

Ash et al. berichten über eine Studie, in der Pfannenarthroplastiken in Totalendoprothesen gewechselt wurden (Ash et al., 1996). Knochendefekte wurden mit Zement aufgefüllt, Knochentransplantate fanden keine Verwendung. In den ersten zehn Jahren wurde keine Pfanne aufgrund einer aseptischen Lockerung gewechselt. Die 10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit wird mit 92%, die 20-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit mit 71%. Leider gibt es aber keine Angaben zum Ausmaß der vorhandenen Knochendefekte, um diese Ergebnisse mit anderen Studien vergleichen zu können.

4.3.2.3.4 Stützringe und -schalen

In den meisten Fällen werden Knochendefekte mit autologem oder zumeist homologem Knochenmaterial aufgefüllt. Häufig wird dies in der Revisionschirurgie mit Pfannenstützschalen und -ringen kombiniert. In der großen Vielfalt der verschiedenen

Stützringe zählen der Müller-Ring, ein Pfannendachstützring, und der Burch-Schneider-Ring, eine Pfannenrekonstruktionsschale, zu den am häufigsten verwendeten Implantaten.

Rosson und Schatzker geben eine Revisionsrate von 8% nach durchschnittlich fünf Jahren an (Rosson und Schatzker, 1992). Bei Gill et al. beträgt nach sieben Jahren und einem Monat die Revisionsrate 3% (Gill et al., 2000). Die Lockerungsrate bei Morand et al. ist etwa 13%, die Revisionsrate 3% nach durchschnittlich sieben Jahren und drei Monaten (Morand et al., 1998). Bei Massin et al. findet sich eine Revisionsrate von 6% nach acht Jahren, Lockerungen sind bei 19% der Fälle zu beobachten (Massin et al., 1998).

Aus der Vielzahl der Studien und Ergebnisse lassen sich Faktoren ausmachen, die sich positiv oder negativ auf den Verlauf auswirken können. Während über die Verwendung von Knochenzement und der Art der Knochentransplantate immer noch Uneinigkeit herrscht, kristallisiert sich immer mehr heraus, dass unterschiedliche Lösungen für unterschiedliche Ausgangssituationen gefunden werden müssen. Außerdem gilt dem Anteil des Implantates, der von Transplantat überdacht wird besondere Beachtung. Von besonders komplexen Fällen spricht man, wenn mehr als 50% der Pfanne durch Empfängerknochen gedeckt werden müssen.

So empfehlen Rosson und Schatzker für ein bis zwei Typ-I-Defekte, sowie für periphere Typ-II-Defekte, jedoch nicht für mediale Typ-II-Defekte die Verwendung eines Müller-Ringes und die Auffüllung der Defekte mit Knochenmaterial (Rosson und Schatzker, 1992). Bei schwereren Fällen geben sie einem Burch-Schneider-Ring den Vorzug.

Gross et al. empfehlen für Typ-I-Defekte, bei denen mindestens 50% des Implantates durch Beckenknochen gedeckt sind eine unzementierte Pfanne (Gross et al., 2002). Müssen mehr als 50% der Pfanne mit zerkleinerten Knochentransplantaten gedeckt werden, sollen Stützringe diese schützen. Besonderes Augenmerk legen sie auf die inferomediale Abstützung. Ist diese intakt, kann ein Pfannendachring (wie der Müller-Ring) benutzt werden. Ansonsten soll ein Pfannenrekonstruktionsring (ein Anti-Protrusions-Ring, wie der Burch-Schneider-Ring) verwendet werden. Sind die Defekte nicht durch Knochengewebe gedeckt (Typ II oder III), empfehlen sie bei mindestens fünfzigprozentiger Überdachung die Verwendung eines massiven Transplantates, einer Oblong-Prothese oder die unanatomische, zu hohe Positionierung der Pfanne. Bei ausgedehnteren Defekten soll ein Rekonstruktionring mit einem massiven Transplantat kombiniert werden.

4.3.3 Inkorporation des knöchernen Transplantates

Obwohl häufig Transplantate aus Knochengewebe verwendet werden, weiß man über das Verhalten dieses Materials nur sehr wenig. Im Allgemeinen wird die Beurteilung, ob solch ein Transplantat gut in das umgebende knöcherne Gewebe eingeeilt ist, auf den routinemäßig angefertigten Röntgenbildern vorgenommen. In kleinen Studien wurde versucht, diese Ergebnisse mit denen der dreidimensionalen Single-Photon-Emissionscomputertomographie (SPECT) zu vergleichen. Gordon et al. (Gordon et al., 1985) sind bei ihrer Untersuchung zu dem Schluss gekommen, dass wegen der Überlappung verschiedener knöcherner Strukturen auf einem konventionellen Röntgenbild, die SPECT das aussagefähigere Verfahren bei der Beurteilung von Knochentransplantaten ist. Natürlich kann diese nicht routinemäßig im klinischen Alltag angewendet werden.

In histologischen Untersuchungen, die an ausgebauten knöchernen Transplantaten vorgenommen wurden, kommen die verschiedenen Untersucher zu ähnlichen Ergebnissen. Enneking und Mindell (Enneking und Mindell, 1991) untersuchten massive homologe Transplantate, die in der Tumorchirurgie eingesetzt worden waren. Dabei stellten sie fest, dass Empfänger- und Spenderknochen schneller zusammenwachsen, wenn die Verbindungsstellen von beiden Seiten aus Spongiosa bestehen. Dieser Vorgang geht langsamer vor sich, wenn Kortikalis auf Kortikalis trifft. Remodeling im Innern des Transplantates geschieht auch nur langsam. Nach fünf Jahren waren lediglich 20% des Transplantates umgebaut. Außerdem konnten sie beobachten, dass Empfängerbindegewebe sich mit der Oberfläche des transplantierten Knochens durch einen dünnen Saum aus neu gebildetem Knochengewebe verband. Interessant war auch die Beobachtung, dass in Fällen, in denen das Transplantat frakturiert war, eine Heilung stattgefunden hat. Alles in allem kamen sie zu dem Schluss, dass große, homologe, tiefgefrorene Transplantate das Einwachsen eher nur zulassen als es tatsächlich zu induzieren.

Hooten et al. (Hooten et al., 1996) untersuchten zwei massive homologe Transplantate, die bei verstorbenen Patienten wieder ausgebaut worden waren. Vor dem Tod dieser Patienten zeigten die Hüftgelenke eine unbeeinträchtigte Funktion. Radiologisch konnte ein gutes Einheilen und Stabilität des Transplantates festgestellt werden. Histologisch zeigte sich eine bindegewebige Membran, die das gesamte Transplantat umgab. Knöcherne Verbindungen zwischen Empfängerknochen und Transplantat waren kaum entstanden. Der Transplantatknochen war nur an den Rändern revaskulisiert (2mm), und

transplantierte Knochen war nicht in das Implantat eingewachsen, wie es bei dem lebenden Empfängerknochen der Fall war.

Heekin et al. (Heekin et al., 1995) untersuchten postmortem drei Transplantate, die aus zermörsertem homologem Material bestanden. Sie konnten feststellen, dass mit fortschreitender Dauer die Revaskularisation voranschritt. Nach 83 Monaten war das Transplantat fast vollständig eingewachsen.

Im Tierversuch zeigt Schimmel (Schimmel, 1998), dass bei homologen Knochenchips Remodeling des trabekulären Aufbaus stattfand. Nach 12 Wochen war das Transplantat vollständig umgebaut, an der Knochen-Zement-Grenze zeigte sich vitaler Knochen. Nach dem vollständigen Einwachsen zeigte das Transplantat eine abnehmende Stabilität.

Stevenson et al. (Stevenson et al., 1996) verglichen unterschiedliche Transplantate und kamen zu dem Schluss, dass frische autologe Spongiosa am besten einheilt. Bei gefrorenen, homologen, massiven Kortikalistransplantaten müssen lange Zeit sehr stabile Verhältnisse herrschen, sodass das Transplantat entlastet wird.

Klare Schlüsse lassen sich aus diesen Untersuchungen nicht ziehen. Dass autologer Knochen besser einheilt, als tiefgefrorener homologer Knochen, erscheint logisch. Nur ist vor allem bei Revisionsoperationen autologer Knochen kaum in ausreichenden Mengen vorhanden. Ist man auf die Verwendung von homologem Knochenmaterial angewiesen, sollte dieses nach Möglichkeit zerkleinert werden, so dass Revaskularisation und Remodeling erleichtert werden. Kommt man um den Einbau eines großen massiven Transplantates nicht herum, weil ungedeckte Defekte dies nicht ermöglichen, sollte das Transplantat entlastet werden, bis es eingewachsen und stabil ist. Dies kann zum Beispiel mit Stützringen oder Pfannendachschalen geschehen.

Die Rolle der bindegewebigen Membran, die von vielen Autoren beschrieben wird und die wir in einer histologischen Untersuchung auch gesehen haben, ist unklar und sollte nicht als Versagen des Transplantats gewertet werden. Hooten et al. (Hooten et al., 1996) gaben gute klinische und radiologische Funktion an, obwohl die Transplantate von Bindegewebe umgeben waren. Dies scheint also die Stabilität des Transplantates zumindest nicht direkt zu beeinflussen.

Besonderes Augenmerk muss auch auf die Tatsache gelegt werden, dass die Patienten bei der Primärimplantation einer Hüfttotalendoprothese immer jünger werden und dabei die Lebenserwartung stetig steigt. Die Wahrscheinlichkeit einer Revision und einer Re-Revision erhöht sich dabei dementsprechend. Dieser Tatsache muss bei der Auswahl

der Operationsmethode Rechnung getragen werden. Auch Autoren, die über schlechte Ergebnisse bei der Verwendung massiver Transplantate berichten, beschreiben die Vorteile, die dieser Aufbau der knöchernen Pfanne bei einem erneuten Pfannenwechsel bietet (Hooten et al., 1994).

Bal berichtet von neun Fällen, in denen ein Pfannenwechsel notwendig geworden war (Bal, 1999). Die Primärimplantation der Hüft-TEP war in Kombination mit einer Pfannendachplastik mit großen massiven Knochentransplantaten aufgrund einer Hüftgelenksdysplasie durchgeführt worden. In allen Fällen wurde das Knochentransplantat bei der Wechseloperation belassen und eine neue Pfanne ohne Zement implantiert. Durch die Vergrößerung des knöchernen Pfannenbetts konnte in sieben Fällen sogar ein größeres Implantat verwendet werden. Nach durchschnittlich sechs Jahren und vier Monaten war keine dieser Pfannen revidiert worden. Auch Osteolysen und Lockerungen konnten nicht beobachtet werden.

Interessant wäre in diesem Zusammenhang, welche Ausgangslage eine revidierte Pfanne, die in einen Stützring implantiert oder zementiert worden war, bietet. Leider finden sich zu diesem Thema keine Veröffentlichungen.

4.4 Schlussfolgerungen

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die beschriebene Methode des Pfannenaufbaus mittels massiver autologer Transplantate bei Primärimplantationen an die Ergebnisse anderer Methoden heranreicht und diese zum Teil auch übertrifft. Bei annähernd gleichen Ergebnissen sollte auch die Tatsache Beachtung finden, dass der knöcherne Aufbau der Pfanne bei einer (vor allem bei jüngeren Patienten wahrscheinlichen) Wechseloperation günstigere Voraussetzungen schafft. Zementierte Pfannen oder gar mit Zement aufgefüllte Substanzdefekte bieten bei einer Implantatlockerung definitiv keine vorteilhafte, stabile Ausgangslage für die erneute Pfannenverankerung. Interessant wird es in diesem Zusammenhang in Zukunft sein, über die Voraussetzungen zu erfahren, die eine Stützschiene oder -ring beim Ausbau hinterlässt.

Auch Beachtung finden sollten die unterschiedlichen Knochentransplantate, seien es massive Femurköpfe wie hier oder auch zerkleinertes Knochenmaterial, Spongiosa oder Kortikalis, autologer oder homologer Knochen. Ebenso wie oben erwähnt, soll nicht nur

der Überlebenszeit der Implantate Bedeutung beigemessen werden – so vorrangig dies auch ist – sondern auch an die Möglichkeit der Revision und Reimplantation einer neuen Endoprothese sollte bei der Erstoperation gedacht werden. Insbesondere da die Patienten bei einer TEP-Implantation immer jünger werden, sollte man diese Tatsache nicht aus den Augen verlieren. Auch zu diesem Thema werden nur neue Veröffentlichungen in der Zukunft eine Tendenz aufzeigen können.

Dies gilt ebenso bei den Wechseloperationen. Hier scheint die beschriebene Methode gegenüber einer Zahl Alternativen unterlegen zu sein. Aber auch wenn die Patienten bei TEP-Wechseln im Durchschnitt älter sind und so die Wahrscheinlichkeit einer erneuten Wechseloperation sinkt, sollte insbesondere bei jüngeren Patienten bei der OP-Planung diese Möglichkeit bereits eine Rolle spielen.

Jedoch gilt es hier der Tatsache Rechnung zu tragen, dass andere Methoden wie zum Beispiel die Überbrückung der knöchernen Defekte mittels Stützschaalen längere Überlebenszeiten einer Endoprothese bedingen können.

Dies zeigt, dass es notwendig ist, für unterschiedliche Ausgangsbedingungen unterschiedliche Lösungen zu suchen.

Da eine Implantatlockerung heute und in absehbarer Zukunft nicht verhindert werden kann, muss das besondere Augenmerk der Operateure auf zwei Punkten liegen. Zum einen muss alles Mögliche getan werden, um eine Implantatlockerung so lange wie möglich hinaus zu zögern. Zum anderen muss bereits bei der Implantation einer TEP darauf geachtet werden, beim womöglich notwendig werdenden Wechsel in der Zukunft eine bestmögliche Ausgangssituation für die erneute Verankerung einer neuen Endoprothese zu schaffen.

Dem zweiten Punkt wird mit der Pfannendachrekonstruktion mittels Knochentransplantaten Rechnung getragen. Hier bietet sich heute keine Alternative, die überlegen wäre.

Beim ersten Punkt sollte man sich die Ergebnisse dieser Studie noch einmal vor Augen führen. Die Faktoren, die eine höhere Revisionswahrscheinlichkeit nach sich ziehen und die auch vom Operateur beeinflussbar sind, sind die Wahl des Knochenmaterials und die Rekonstruktion des anatomischen Drehzentrums. Bei der Wahl des Knochenmaterials ist sicherlich noch weitere Forschung und Vergleich unterschiedlicher Methoden vonnöten, bis man zu einer idealen Lösung gelangen wird.

Die Wichtigkeit der korrekten Rekonstruktion des Drehzentrums wurde hier betont. Andere Methoden, wie die Verwendung von Stützschaalen, die Implantation von

kleinsten oder übergroßen Pfannen, das Belassen eines „high hip centers“ und viele andere führen nicht zu einer Annäherung des anatomischen Drehzentrums. Da sie in einigen Studien jedoch auch gute Ergebnisse vorweisen können, muss man als Schluss daraus ziehen, dass ein Operateur in jeder einzelnen Situation die Vor- und Nachteile der möglichen Methoden abwägen muss. Die Langzeitergebnisse der unterschiedlichen Operationsmethoden können und müssen als Hilfe herangezogen werden. Darin ist auch der Sinn dieser Arbeit zu sehen.

5. ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wurden die Ergebnisse der zwischen 1984 und 2002 implantierten Hüfttotalendoprothesen, bei denen eine Pfannendachplastik mittels massiver autologer und homologer Knochentransplantate erfolgt war, untersucht.

Ausgewertet wurden dabei die präoperativen Verhältnisse durch die Beurteilung der damals angefertigten Röntgenbilder und der Patientenakten. Zur Beurteilung des Operationsergebnisses wurden die Patienten im Jahr 2003 nachuntersucht. Dies beinhaltete eine klinische Untersuchung des Hüftgelenkes, eine Befragung des Patienten hinsichtlich aufgetretener Komplikationen und Beschwerden im Alltag, sowie die Begutachtung eines bei der Nachuntersuchung angefertigten Röntgenbildes. Darauf wurden eine Lockerung des Implantates beurteilt, sowie verschiedene Messungen, insbesondere die Bestimmung des Drehzentrums durchgeführt. Die Patienten, die eine Nachuntersuchung nicht wahrnahmen, erhielten einen Fragebogen, um zum Operationsergebnis Stellung nehmen zu können.

Im untersuchten Zeitraum wurden bei 209 TEP-Implantationen (bei 184 Patienten) massive Femurköpfe zum Aufbau des Pfannenerkers verwendet. Verwendet wurden 125 autologe und 71 homologe Knochentransplantate. Die Patienten wurden nach durchschnittlich 6 Jahren und 8 Monaten nachuntersucht.

Bei 133 Fällen war der Eingriff eine primäre TEP-Implantation (davon bildete die Hüftgelenksdysplasie mit 124 Fällen den Großteil), bei 69 Eingriffen handelte es sich um einen TEP-Wechsel.

Für den Patienten wichtige Kriterien wie Beweglichkeit des Hüftgelenkes, Gang und Schmerzen wurden anhand eines Scores nach Merle d'Aubigné (Merle d'Aubigne, 1952) beurteilt. Präoperativ betrug der Score durchschnittlich 9,8 Punkte von maximal 18 Punkten, zum Zeitpunkt des Follow-Ups ergab sich ein Wert von 15,3 Punkten. Dies bedeutet eine hochsignifikante Besserung ($p=0,000$).

Bestimmt werden konnten 25 Fälle, in denen die Pfanne gewechselt werden musste. Dabei musste die Pfanne nach durchschnittlich 6 Jahren und 9 Monaten ausgebaut werden. Gründe für eine notwendig gewordene Revision waren die aseptische Implantatlockerung (44%), Infektion (20%), Implantatbruch (20%) und Luxation (8%). Es wurden Faktoren, die einen ungünstigen Einfluss auf die Überlebensdauer haben könnten, untersucht. Dafür wurde die Gruppe der 25 Revisionen der Gesamtgruppe

gegenübergestellt und Faktoren, die sich in diesen beiden Gruppen signifikant unterschieden herausgearbeitet.

Einen ungünstigen Prognosefaktor stellen die homologen Transplantate dar. Während sie in der Gesamtgruppe 36,2% der Fälle ausmachten, war dies in der Gruppe der revidierten bei 54,2% der Fall. Dies bedeutet bei dieser geringen Fallzahl zwar keinen hochsignifikanten Unterschied ($p=0,058$), zeigt jedoch eine eindeutige Tendenz in diese Richtung auf.

Ebenso ungünstig scheint ein TEP-Wechsel als Ursache der ursprünglich notwendig gewordenen Implantation zu sein. Die Primärimplantationen waren seltener gelockert und mussten seltener gewechselt werden (in 10,3% der Fälle). Bei den Wechseloperationen war in 21,3% ein erneuter Pfannenwechsel erforderlich. Dies stellt einen hochsignifikanten Unterschied dar ($p=0,046$).

Das Drehzentrum konnte durch die Pfannendachrekonstruktion deutlich in die Richtung des anatomischen Drehzentrums verlagert werden, erreichte diesen jedoch nicht. Auffallend war der deutlich höhere Drehpunkt in der Gruppe der Revisionen im Vergleich zum Gesamtkollektiv. War das Drehzentrum in der Gesamtgruppe zum Zeitpunkt des Follow-Ups 20,68mm kranial des Referenzpunktes positioniert, betrug diese Entfernung bei den revidierten Implantaten auf dem letzten Röntgenbild vor dem Wechsel 27,99mm. Dies bedeutet einen hochsignifikanten Unterschied ($p=0,002$). Die Entfernung des Drehzentrums vom Referenzpunkt in der Horizontalen unterschied sich in den beiden Gruppen nicht signifikant.

Auch die Maße des verwendeten Transplantates waren in der Gruppe der Revisionen nicht größer als beim Gesamtkollektiv.

Ebenso wenig scheinen das Alter und das Gewicht des Patienten die Lockerungsraten zu beeinflussen.

Am Schluss vorliegender Arbeit wird die beschriebene Methode mit anderen veröffentlichten Methoden verglichen. Bei der Hüftgelenksdysplasie, die den Großteil unserer Primärimplantation bildet, kann unsere Methode mit denen anderer Autoren mithalten oder übertrifft diese sogar. Bei den Wechseleingriffen finden sich den unseren überlegene, aber auch unterlegene Ergebnisse.

Der Vorteil, den ein knöcherner Pfannenaufbau bei einem Pfannenwechsel für die Verankerung der neuen Pfanne ausmacht, findet bisher in der Literatur nur wenig Beachtung. Die wenigen Angaben, die sich dazu finden lassen, sind jedoch durchweg positiv, und hier liegt auch eine besondere Betonung dieser Arbeit.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. Antolic, V., Iglic, A., Herman, S., Srakar, F., Macek, L. A., Krajl, I., V, Brajnik, D., and Stanic, U.: Resultant hip joint force after total hip replacement. *Acta Chir Orthop. Traumatol. Cech.* 61:42-44, 1994.
2. Ash, S.A., Callaghan, J.J., and Johnston, R.C.: Revision total hip arthroplasty with cement after cup arthroplasty. Long- term follow-up. *J. Bone Joint Surg. Am.* 78:87-93, 1996.
3. Avci, S.: 2- to 10-year follow-up study of acetabular revisions using allograft bone to repair bone defects. *J. Arthroplasty.* 13:61-69, 1998.
4. Azuma, T.: Compressed allograft chips for acetabular reconstruction in revision hip arthroplasty *J. Bone Joint Surg. Br.* 76:740-744, 1994.
5. Bal, B. S.: Revision of the acetabular component without cement after a previous acetabular reconstruction with use of a bulk femoral head graft in patients who had congenital dislocation or dysplasia. A follow-up note. *J. Bone Joint Surg. American Volume.* 81:1703-1706, 1999.
6. Baldursson, H., Egund, N., Hansson, L. I., and Selvik, G.: Instability and wear of total hip prostheses determined with roentgen stereophotogrammetry. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 95:257-263, 1979.
7. Boudriot, U., Haerter, M., and Fuchs, S.: Comparison of different radiologic methods to determine the anatomic hip center. Submitted, 2008.
8. Boudriot, U., Hilgert, J., and Hinrichs, F.: Determination of the rotational center of the hip. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 126:417-420, 2006.
9. Brooker, A. F., Bowerman, J. W., Robinson, R. A., and Riley, L. H., Jr.: Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification. *J. Bone Joint Surg. Am.* 55:1629-1632, 1973.
10. Callaghan, J. J., Dysart, S. H., Savory, C. F., and Hopkinson, W. J.: Assessing the results of hip replacement. A comparison of five different rating systems. *J. Bone Joint Surg. Br.* 72:1008-1009, 1990.
11. Callaghan, J. J., Salvati, E. A., Pellicci, P. M., Wilson, P. D., Jr., and Ranawat, C. S.: Results of revision for mechanical failure after cemented total hip replacement, 1979 to 1982. A two to five-year follow-up. *J. Bone Joint Surg. Am.* 67:1074-1085, 1985.
12. Campbell, D. G., Garbuz, D. S., Masri, B. A., and Duncan, C. P.: Reliability of acetabular bone defect classification systems in revision total hip arthroplasty. *J. Arthroplasty.* 16:83-86, 2001.
13. Charnley, J.: Total hip replacement by low-friction arthroplasty. *Clin. Orthop. Relat Res.* 72:7-21, 1970.
14. Charnley, J. and Feagin, J. A.: Low-friction arthroplasty in congenital subluxation of the hip. *Clin. Orthop.* 91:98-113, 1973.
15. Crowe, J. F., Mani, V. J., and Ranawat, C. S.: Total hip replacement in congenital dislocation and dysplasia of the hip. *J. Bone Joint Surg. Am.* 61:15-23, 1979.
16. Dearborn, J. T. and Harris, W. H.: High placement of an acetabular component inserted without cement in a revision total hip arthroplasty. Results after a mean of ten years. *J. Bone Joint Surg. Am.* 81:469-480, 1999.
17. DeBoer, D.K. and Christie, M.J.: Reconstruction of the deficient acetabulum with an oblong prosthesis: three- to seven-year results. *J. Arthroplasty.* 13:674-680, 1998.

18. Debrunner, A. M.: Orthopädie: Die Störungen des Bewegungsapparates in Klinik und Praxis. Ed. 2., durchgesehene und ergänzte Auflage, Verlag Hans Huber, 1988.
19. DeLee, J. G. and Charnley, J.: Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin. Orthop.* 121:20-32, 1976.
20. Delp, S. L. and Maloney, W.: Effects of hip center location on the moment-generating capacity of the muscles. *J. Biomech.* 26:485-499, 1993.
21. Doehring, T. C., Rubash, H. E., Shelley, F. J., Schwendeman, L. J., Donaldson, T. K., and Navalgund, Y. A.: Effect of superior and superolateral relocations of the hip center on hip joint forces. An experimental and analytical analysis. *J. Arthroplasty.* 11:693-703, 1996.
22. Eckardt, A., Karbowski, A., Schwitalle, M., Vogel, J., Bodem, F., Seeleitner, C., Schunk, K., and Mayrhofer, P.: Measurement of migration of acetabular components in cementless hip replacement. *Rofo.* 169:146-151, 1998.
23. Enneking, W. F. and Mindell, E. R.: Observations on massive retrieved human allografts. *J. Bone Joint Surg. Am.* 73:1123-1142, 1991.
24. Farrell, C. M., Berry, D. J., and Cabanela, M. E.: Autogenous Femoral Head Bone Grafts for Acetabular Deficiency in Total-Hip Arthroplasty for Developmental Dysplasia of the Hip: Long-term Effect on Pelvic Bone Stock. *J. Arthroplasty.* 20:698-702, 2005.
25. Fessy, M. H., N'Diaye, A., Carret, J. P., and Fischer, L. P.: Locating the center of rotation of the hip. *Surg. Radiol. Anat.* 21:247-250, 1999.
26. Galante, J.: The need for a standardized system for evaluating results of total hip surgery. *J. Bone Joint Surg. Am.* 67:511-512, 1985.
27. Gerber, S. D. and Harris, W. H.: Femoral head autografting to augment acetabular deficiency in patients requiring total hip replacement. A minimum five-year and an average seven-year follow-up study. *J. Bone Joint Surg. Am.* 68:1241-1248, 1986.
28. Ghassem Khanloo, A. A., Thümmler, P., and Müller, R.: Eine neue Positionsanalyse von Pfannenendoprothesen anhand einfacher Röntgenaufnahmen des Hüftgelenkes a.p. *Ortop Praxis.* 36:675-678, 2000.
29. Gill, T. J., Sledge, J. B., and Muller, M. E.: The management of severe acetabular bone loss using structural allograft and acetabular reinforcement devices. *J Arthroplasty.* 15:1-7, 2000.
30. Gordon, S. L., Binkert, B. L., Rashkoff, E. S., Britt, A. R., Esser, P. D., and Stinchfield, F. E.: Assessment of bone grafts used for acetabular augmentation in total hip arthroplasty. A study using roentgenograms and bone scintigraphy. *Clin. Orthop.* 18-25, 1985.
31. Gozzard, C., Blom, A., Taylor, A., Smith, E., and Learmonth, I.: A comparison of the reliability and validity of bone stock loss classification systems used for revision hip surgery. *J. Arthroplasty.* 18:638-642, 2003.
32. Griffith, M. J., Seidenstein, M. K., Williams, D., and Charnley, J.: Socket wear in Charnley low friction arthroplasty of the hip. *Clin Orthop.* 37-47, 1978.
33. Griss, P., Jentschura, G, Heimke, and G: Zur Technik der Pfannenimplantation bei dysplastischem Acetabulum. *Arch Orthop Trauma Surg.* 93:57-63, 1978.
34. Gross, A. E., Wong, P., and Saleh, K. J.: Don't throw away the ring: indications and use. *J. Arthroplasty.* 17:162-166, 2002.
35. Gurtner, P. and Ganz, R.: Die Pfannendachschale in der Revisions-Arthroplastik der Hufte. *Z. Orthop.* 131:594-600, 1993.

36. Harris, W., Crothers, W., and Oh, I.: Total hip replacement and femoral head bone-grafting for severe acetabular deficiency in adults. *J Bone Joint Surg.* 59-A:752-759, 1977.
37. Harris, W. H.: Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J. Bone Joint Surg. Am.* 51:737-755, 1969.
38. Havelin, L. I., Engesaeter, L. B., Espehaug, B., Furnes, O., Lie, S. A., and Vollset, S. E.: The Norwegian Arthroplasty Register: 11 years and 73,000 arthroplasties. *Acta Orthop. Scand.* 71:337-353, 2000.
39. Heekin, R. D., Engh, C. A., and Vinh, T.: Morselized allograft in acetabular reconstruction. A postmortem retrieval analysis. *Clin. Orthop.* 184-190, 1995.
40. Herberts, P. and Malchau, H.: Long-term registration has improved the quality of hip replacement: a review of the Swedish THR Register comparing 160,000 cases. *Acta Orthop. Scand.* 71:111-121, 2000.
41. Herren, T., Remagen, W., and Schenk, R.: Histology of the implant-bone interface in cemented and uncemented endoprostheses. *Orthopade.* 16:239-251, 1987.
42. Hooten, J. P., Jr., Engh, C. A., Heekin, R. D., and Vinh, T. N.: Structural bulk allografts in acetabular reconstruction. Analysis of two grafts retrieved at post-mortem. *J. Bone Joint Surg. Br.* 78:270-275, 1996.
43. Hooten, J. P., Jr., Engh, C. A., Jr., and Engh, C. A.: Failure of structural acetabular allografts in cementless revision hip Arthroplasty. *J. Bone Joint Surg. Br.* 76:419-422, 1994.
44. Iglic, A., Antolic, V., and Srakar, F.: Biomechanical analysis of various operative hip joint rotation center shifts. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 112:124-126, 1993.
45. Ilchmann, T., Franzen, H., Mjoberg, B., and Wingstrand, H.: Measurement accuracy in acetabular cup migration. A comparison of four radiologic methods versus roentgen stereophotogrammetric analysis. *J. Arthroplasty.* 7:121-127, 1992.
46. Jasty, M.: Jumbo cups and morsalized graft. 81. *Orthopedic Clinics of North America.* 29:249-254, 1998.
47. John, J. F. and Fisher, P. E.: Radiographic determination of the anatomic hip joint center. A cadaver study. *Acta Orthop. Scand.* 65:509-510, 1994.
48. Johnston, R. C.: Mechanical considerations of the hip joint. *Arch. Surg.* 107:411-417, 1973.
49. Johnston, R. C., Brand, R. A., and Crowninshield, R. D.: Reconstruction of the hip. A mathematical approach to determine optimum geometric relationships. *J. Bone Joint Surg. Am.* 61:639-652, 1979.
50. Judet, T.: Outcome of abutment. *Rev. Chir Orthop. Reparatrice Appar. Mot.* 62:529-531, 1976.
51. Kavanagh, B. F. and Fitzgerald, R. H., Jr.: Clinical and roentgenographic assessment of total hip arthroplasty. A new hip score. *Clin. Orthop. Relat Res.* 133-140, 1985.
52. Kobayashi, S., Saito, N., Nawata, M., Horiuchi, H., Iorio, R., and Takaoka, K.: Total hip arthroplasty with bulk femoral head autograft for acetabular reconstruction in DDH. Surgical technique. *J. Bone Joint Surg. Am.* 86-A Suppl 1:11-17, 2004.
53. Krismser, M.: Einzel-Bild-Roentgen-Analyse (EBRA) zur Messung der Migration von Hueftendoprothesen. *Orthopaede.* 26:229-236, 1997.
54. Kummer, B.: Biomechanischer Aspekt der Luxationshuette. *Orthopaede.* 17:452-462, 1988.

55. Lachiewicz, P. F.: Revision of the acetabulum without cement with use of the Harris-Galante porous-coated implant. Two to eight-year results. *J. Bone Joint Surg. Am.* 76:1834-1839, 1994.
56. Lang, I. and Willert, H. G.: Experiences with the German Endoprosthesis Register. *Z. Arztl. Fortbild. Qualitatssich.* 95:203-208, 2001.
57. Lengsfeld, M., Bassaly, A., Boudriot, U., Pressel, T., and Griss, P.: Size and direction of hip joint forces associated with various positions of the acetabulum. *J. Arthroplasty.* 15:314-320, 2000.
58. Lucht, U.: The Danish Hip Arthroplasty Register. *Acta Orthop. Scand.* 71:433-439, 2000.
59. MacKenzie, J. R., Callaghan, J. J., Pedersen, D. R., and Brown, T. D.: Areas of contact and extent of gaps with implantation of oversized acetabular components in total hip arthroplasty. *Clin Orthop.* 127-136, 1994.
60. Marti, R.K., Schueller, H.M., and van Steijn, M.J.: Superolateral bone grafting for acetabular deficiency in primary total hip replacement and revision. *J. Bone Joint Surg. Br.* 76:728-734, 1994.
61. Massin, P., Tanaka, C., Hutten, D., and Duparc, J.: Treatment of aseptic acetabular loosening by reconstruction combining bone graft and Muller ring. Actuarial analysis over 11 years. *Rev. Chir Orthop Reparatrice Appar. Mot.* 84:51-60, 1998.
62. McGann, W.A., Welch, R.B., and Picetti, G.D.: Acetabular preparation in cementless revision total hip Arthroplasty. *Clin. Orthop. Relat. Res.* (235):35-46, 1988.
63. McQueary, F. G. and Johnston, R. C.: Coxarthrosis after congenital dysplasia. Treatment by total hip arthroplasty without acetabular bone-grafting. *J. Bone Joint Surg. Am.* 70:1140-1144, 1988.
64. Merle d'Aubigne: Reposition with arthroplasty for congenital dislocation and dysplasia of the hip. *J. Bone Joint Surg.* 61-A:22-29, 1952.
65. Mjoberg, B., Brismar, J., Hansson, L. I., Pettersson, H., Selvik, G., and Onnerfalt, R.: Definition of endoprosthetic loosening. Comparison of arthrography, scintigraphy and roentgen stereophotogrammetry in prosthetic hips. *Acta Orthop. Scand.* 56:469-473, 1985.
66. Mjoberg, B., Selvik, G., Hansson, L. I., Rosenqvist, R., and Onnerfalt, R.: Mechanical loosening of total hip prostheses. A radiographic and roentgen stereophotogrammetric study. *J. Bone Joint Surg. Br.* 68:770-774, 1986.
67. Morand, F., Clarac, J. P., Gayet, L. E., and Pries, P.: Acetabular reconstruction using bone allograft in the revision of total hip prosthesis. *Rev. Chir Orthop Reparatrice Appar. Mot.* 84:154-161, 1998.
68. Morscher, E.: Revisions-Arthroplastik des Hueftgelenkes mit autologer und homologer Spongiosa. *Orthopaede.* 18:428-437, 1989.
69. Mulroy, R.D., Jr and Harris, W.H.: Failure of acetabular autogenous grafts in total hip arthroplasty. Increasing incidence: a follow-up note. *J. Bone Joint Surg. Am.* 72:1536-1540, 1990.
70. Nunn, D., Freeman, M. A., Hill, P. F., and Evans, S. J.: The measurement of migration of the acetabular component of hip prostheses. *J. Bone Joint Surg. Br.* 71:629-631, 1989.
71. Olmedo-Garcia, N., Lopez-Prats, F., Agullo, A., Ortuno, A., and Palazon, A.: A comparative study of the accuracy of Ranawat's and Pierchon's methods to determine the centre of rotation in bilateral coxopathy. *Skeletal Radiol.* 29:652-655, 2000.
72. Padgett, D. E.: Revision of the acetabular component without cement after total hip arthroplasty. Three to six-year follow-up. *J. Bone Joint Surg. Am.* 75:663-673, 1993.

73. Paprosky, W.G., Perona, P.G., and Lawrence, J.M.: Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty. A 6-year follow-up evaluation. *J. Arthroplasty*. 9:33-44, 1994.
74. Pierchon, F., Migaud, H., Duquennoy, A., and Fontaine, C.: Radiologic evaluation of the rotation center of the hip. *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot.* 79:281-284, 1993.
75. Puolakka, T. J., Pajamaki, K. J., Halonen, P. J., Pulkkinen, P. O., Paavolainen, P., and Nevalainen, J. K.: The Finnish Arthroplasty Register: report of the hip register. *Acta Orthop. Scand.* 72:433-441, 2001.
76. Ranawat, C. S., Dorr, L. D., and Inglis, A. E.: Total hip arthroplasty in protrusio acetabuli of rheumatoid arthritis. *J. Bone Joint Surg. Am.* 62:1059-1065, 1980.
77. Reinartz, P., Cremerius, U., Schaefer, W. M., Buell, U., Mumme, T., Wirtz, D. C., Niethard, F. U., and Hermanns, B.: Radionuclide imaging of the painful hip arthroplasty. *J. Bone Joint Surg. Br.* 87:465-470, 2005.
78. Rosson, J. and Schatzker, J.: The use of reinforcement rings to reconstruct deficient acetabula. *J. Bone Joint Surg. Br.* 74:716-720, 1992.
79. Russe, W.: Roentgen photogrammetry of the artificial hip joint acetabulum. *Aktuelle Probl. Chir Orthop.* 32:1-80, 1988.
80. Sabokbar, A., Itonaga, I., Sun, S. G., Kudo, O., and Athanasou, N. A.: Arthroplasty membrane-derived fibroblasts directly induce osteoclast formation and osteolysis in aseptic loosening. *J. Orthop. Res.* 23:511-519, 2005.
81. Samuelson, K.M., Freeman, M.A., and Levack: Homograft bone in revision acetabular arthroplasty. A clinical and radiographic study. *J. Bone Joint Surg. Br.* 70:367-372, 1988.
82. Sanzen, L., Fredin, H. O., Johnsson, K., and Nosslin, B.: Fate of bone grafts in acetabular roof reconstructions assessed by roentgenography and scintigraphy. *Clin. Orthop. Relat Res.* 103:103-109, 1988.
83. Sarmiento, A.: Cup containment and orientation in cemented total hip arthroplasties. *J. Bone Joint Surg. Br.* 72:996-1002, 1990.
84. Schimmel, J. W.: Acetabular reconstruction with impacted morselized cancellous allografts in cemented hip arthroplasty: a histological and biomechanical study on the goat. *J. Arthroplasty*. 13:438-448, 1998.
85. Schmalzried, T.P., Kwong, L.M., and Jasty, M.: The mechanism of loosening of cemented acetabular components in total hip arthroplasty. Analysis of specimens retrieved at autopsy. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 274:60-78, 1992.
86. Schuller, H. M., Dalstra, M., Huiskes, R., and Marti, R. K.: Total hip reconstruction in acetabular dysplasia. A finite element study. *J. Bone Joint Surg. Br.* 75:468-474, 1993.
87. Simank, H. G., Brocai, D. R., Rode, S., and Lukoschek, M.: Diagnosis of hip prosthesis loosening-sensitivity of clinical parameters. *Z. Orthop. Grenzgeb.* 136:39-43, 1998.
88. Slooff, T. J.: Acetabular and femoral reconstruction with impacted graft and cement. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 324:108-115, 1996.
89. Spangehl, M. J., Berry, D. J., Trousdale, R. T., and Cabanela, M. E.: Uncemented acetabular components with bulk femoral head autograft for acetabular reconstruction in developmental dysplasia of the hip: results at five to twelve years. *J. Bone Joint Surg. Am.* 83-A:1484-1489, 2001.

90. Stans, A. A., Pagnano, M. W., Shaughnessy, W. J., and Hanssen, A. D.: Results of total hip arthroplasty for Crowe Type III developmental hip dysplasia. *Clin. Orthop.* 149-157, 1998.
91. Statistisches Bundesamt, W.: Gesundheitswesen: Fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik 2005. 2007.
92. Sterner, T., Schutze, N., Saxler, G., Jakob, F., and Rader, C. P.: Effects of clinically relevant alumina ceramic, zirconia ceramic and titanium particles of different sizes and concentrations on TNF-alpha release in a human macrophage cell line. *Biomed. Tech. (Berl)*. 49:340-344, 2004.
93. Stevenson, S., Emery, S. E., and Goldberg, V. M.: Factors affecting bone graft incorporation. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 324:66-74, 1996.
94. Sutherland, C. J.: Early experience with eccentric acetabular components in revision total hip Arthroplasty. *Am. J. Orthop.* 25:284-289, 1996.
95. Sutherland, C. J., Wilde, A. H., Borden, L. S., and Marks, K. E.: A ten-year follow-up of one hundred consecutive Muller curved-stem total hip-replacement arthroplasties. *J. Bone Joint Surg. Am.* 64:970-982, 1982.
96. Temmerman, O. P., Heyligers, I. C., Teule, G. J., Hoekstra, O. S., and Raijmakers, P. G.: The value of contrast and subtraction arthrography in the assessment of aseptic loosening of total hip prostheses: A meta-analysis. *Eur. J. Radiol.* 56(1):113-119, 2005.
97. Traina, F., Giardina, F., De Clerico, M., and Toni, A.: Structural allograft and primary press-fit cup for severe acetabular deficiency. A minimum 6-year follow-up study. *Int. Orthop.* 29:135-139, 2005.
98. Trancik, T.M., Stulberg, B.N., Wilde, A.H., and Feiglin, D.H.: Allograft reconstruction of the acetabulum during revision total hip arthroplasty. Clinical, radiographic, and scintigraphic assessment of the results. *J. Bone Joint Surg. Am.* 68:527-533, 1986.
99. Wetherell, R. G., Amis, A. A., and Heatley, F. W.: Measurement of acetabular erosion. The effect of pelvic rotation on common landmarks. *J. Bone Joint Surg. Br.* 71:447-451, 1989.
100. White, L. M., Kim, J. K., Mehta, M., Merchant, N., Schweitzer, M. E., Morrison, W. B., Hutchison, C. R., and Gross, A. E.: Complications of total hip arthroplasty: MR imaging-initial experience. *J. Radiol.* 215:254-262, 2000.
101. Willert, H. G.: Osteolysis in alloarthroplasty of the hip. The role of ultra-high molecular weight polyethylene wear particles. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 258:95-107, 1990.
102. Wirtz, D. C.: Ursachen, Diagnostik und Therapie der aseptischen Hueftendoprothesenlockerung--eine Standortbestimmung. *Z. Orthop.* 135:270-280, 1997.
103. Wu, L. D., Xiong, Y., Yan, S. G., Yang, Q. S., He, R. X., and Wang, Q. H.: Total hip arthroplasty with uncemented cup and femoral head autografts for coxarthrosis due to dysplasia. *Zhonghua Wai Ke. Za Zhi.* 42:1006-1009, 2004.
104. Yoder, S. A., Brand, R. A., Pedersen, D. R., and O'Gorman, T. W.: Total hip acetabular component position affects component loosening rates. *Clin. Orthop.* 228:79-87, 1988.

ANHANG

Revisionen im Detail

Patient 1	Weibl., *18.04.1936, 61 J. bei OP
Ätiologie	Aseptische Lockerung bei Z. n. TEP
Risikofaktoren	Herz-/Kreislaufstörungen, Adipositas
Operation	27.06.1997, links, homologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	21.05.2003 bei aseptischer Lockerung der TEP
Überlebensdauer	5 Jahre 10 Monate
Besonderheiten	Keine

Patient 2	Männl., *11.01.1957, 41 J. bei OP
Ätiologie	Aseptische Lockerung mit Luxation bei Z. n. Pfannenwechsel
Risikofaktoren	TEP kontralaterale Hüfte
Operation	29.04.1998, rechts, homologes Transplantat
Frühkomplikationen	Zweimalige Luxation nach OP
Wechseloperation	2001
Überlebensdauer	Mind. 2 Jahre 8 Monate
Besonderheiten	4. Pfanne in 1998

Patient 3	Weibl., *16.09.1952, 38 J. bei OP
Ätiologie	Dysplasie
Risikofaktoren	Keine
Operation	27.02.1991, rechts, autologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	14.03.2000 bei Implantatbruch
Überlebensdauer	9 Jahre
Besonderheiten	Erneute Pfannendachrekonstruktion bei Wechsel-OP in 2000

Patient 4	Weibl., *15.10.25, 72 J. bei OP
Ätiologie	Dysplasie
Risikofaktoren	Arthrose kontralaterale Hüfte
Operation	16.02.1998, links, autologes Transplantat
Frühkomplikationen	Luxation
Wechseloperation	25.02.1998 Pfannenwechsel bei postoperativer Luxation
Überlebensdauer	0 Monate
Besonderheiten	Transplantat bei Pfannenwechsel belassen

Patient 5	Weibl., *14.02.1932, 53 J. bei OP
Ätiologie	Dysplasie
Risikofaktoren	Coxarthrose kontralateral
Operation	23.07.1985, links, autologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine bekannt
Wechseloperation	Zwischen Okt. 1997 und 2000, Grund unbekannt
Überlebensdauer	Mind. 12 Jahre 2 Monate
Besonderheiten	Keine bekannt

Patient 6	Weibl., *10.04.1946, 55 J. bei OP
Ätiologie	Aseptische Lockerung bei Z. n. Endoprothesenwechsel
Risikofaktoren	Adipositas
Operation	30.12.1997, links, homologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	Nach 09/01 bei aseptischer Lockerung der Pfanne
Überlebensdauer	3 Jahre 8 Monate
Besonderheiten	Nach Lockerung Implantation mit Stützschaale

Patient 7	Weibl., 19.03.1923, 75 J. bei OP
Ätiologie	Girdlestone-Situation bei Z. n. infizierter TEP
Risikofaktoren	Kontralaterale Hüft-TEP
Operation	21.08.1998, rechts, homologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	09.08.2000 Girdlestone-OP bei Z. n. Infektion
Überlebensdauer	1 Jahr 11 Monate
Besonderheiten	Keine

Patient 8	Weibl., 29.03.1939, 48 J. bei OP
Ätiologie	Dysplasie
Risikofaktoren	Kontralaterale Coxarthrose
Operation	15.09.1987, rechts, autologes Transplantat
Frühkomplikationen	Femurfraktur intraoperativ
Wechseloperation	05.11.2001 bei aseptischer Lockerung der Pfanne
Überlebensdauer	14 Jahre 1 Monat
Besonderheiten	Keine

Patient 9	Weibl., 12.12.1945, 49 J. bei OP
Ätiologie	Dysplasie
Risikofaktoren	Keine
Operation	19.09.1995, links, autologes Transplantat
Frühkomplikationen	Via falsa des Femur bei OP
Wechseloperation	25.05.2000 bei Implantatbruch
Überlebensdauer	4 Jahre 8 Monate
Besonderheiten	Keine

Patient 10	Weibl. 30.10.1936, 57 J. bei OP
Ätiologie	Dysplasie
Risikofaktoren	Keine
Operation	12.04.1994, rechts, autologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	11.04.1997 bei aseptischer Lockerung der Pfanne
Überlebensdauer	2 Jahre 11 Monate
Besonderheiten	Keine

Patient 11	Weibl. 20.11.1931, 53 J. bei OP
Ätiologie	Hüftkopfnekrose
Risikofaktoren	Herz-/Kreislaufstörungen
Operation	07.12.1984, links, autologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	25.03.1998 bei aseptischer Lockerung der Pfanne
Überlebensdauer	13 Jahre 3 Monate
Besonderheiten	Nach Lockerung Implantation mit Stützschaale

Patient 12	Männl., *18.10.1949, 42 J. bei OP
Ätiologie	Dysplasie
Risikofaktoren	Kontralaterale Coxarthrose
Operation	29.10.1991, links, autologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	13.06.2001 Girdlestone-OP bei infizierter TEP
Überlebensdauer	9 Jahre 10 Monate
Besonderheiten	Keine

Patient 13	Weibl. *18.06.1927, 65 J. bei OP
Ätiologie	Aseptische Lockerung bei Z. n. Hüft-TEP
Risikofaktoren	Keine
Operation	18.10.1992, rechts, homologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	1999 bei aseptischer Lockerung der Pfanne
Überlebensdauer	Mind. 6 Jahre 2 Monate
Besonderheiten	Nach Lockerung Implantation einer Stützschale

Patient 14	Männl., *06.01.1937, 52 J. bei OP
Ätiologie	Dysplasie
Risikofaktoren	Kontralaterale Coxarthrose
Operation	21.12.1989. links, autologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	Nach 05/03 bei Implantatbruch
Überlebensdauer	13 Jahre 4 Monate
Besonderheiten	Keine

Patient 15	Weibl., *30.03.1932, 69 J. bei OP
Ätiologie	Aseptische Lockerung bei Z. n. Hüft-TEP
Risikofaktoren	Kontralaterale Hüft-TEP
Operation	21.12.2001, rechts, homologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	15.02.2002 Girdlestone-OP bei infizierter TEP
Überlebensdauer	1 Monat
Besonderheiten	Keine

Patient 16	Männl., *16.10.1929, 62 J. bei OP
Ätiologie	Dysplasie
Risikofaktoren	Kontralaterale Hüft-TEP
Operation	24.04.1992, rechts, autologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	28.11.2003 bei aseptischer Lockerung der Pfanne
Überlebensdauer	10 Jahre 4 Monate
Besonderheiten	Keine

Patient 17	Weibl., *22.11.1930, 61 J. bei OP
Ätiologie	Aseptische Lockerung bei Z. n. Hüft-TEP
Risikofaktoren	Herz-/Kreislaufstörungen
Operation	15.05.2002, links, homologes Transplantat
Frühkomplikationen	Zweimalige Luxation
Wechseloperation	22.05.2002 bei postoperativer Luxation
Überlebensdauer	0 Monate
Besonderheiten	Keine

Patient 18	Männl., *02.08.1935, 49 J. bei OP
Ätiologie	Dysplasie
Risikofaktoren	Kontralaterale Coxarthrose
Operation	28.05.1985, rechts
Frühkomplikationen	Keine bekannt
Wechseloperation	Mai 2000 wegen Verschleißes (nach Patientenangaben)
Überlebensdauer	14 Jahre 11 Monate
Besonderheiten	Keine bekannt

Patient 19	Weibl., *28.06.1939, 50 J. bei OP
Ätiologie	Girdlestone-Situation bei Z. n. infizierter Hüft-TEP
Risikofaktoren	Keine
Operation	15.08.1989, rechts, homologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	16.04.1997 bei Implantatbruch
Überlebensdauer	7 Jahre 8 Monate
Besonderheiten	Schaftwechsel in 1994

Patient 20	Weibl., *02.11.1938, 61 J. bei OP
Ätiologie	Dysplasie
Risikofaktoren	Kontralaterale Hüft-TEP, Adipositas
Operation	07.10.1999, rechts, autologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	Juli 2001 bei aseptischer Lockerung der Pfanne
Überlebensdauer	1 Jahr 9 Monate
Besonderheiten	Keine

Patient 21	Weibl., *10.05.1931, 70 J. bei OP
Ätiologie	Aseptische Lockerung bei Z. n. Hüft-TEP
Risikofaktoren	Kontralaterale Hüft-TEP
Operation	18.01.2002, links, homologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	Oktober 2003 bei aseptischer Lockerung der Pfanne
Überlebensdauer	1 Jahr 8 Monate
Besonderheiten	Keine

Patient 22	Weibl., *05.04.1940, 46 J. bei OP
Ätiologie	Aseptische Lockerung bei Z. n. Hüft-TEP
Risikofaktoren	Kontralaterale Hüft-TEP
Operation	11.09.1986, links, homologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	November 1997 Girdlestone-OP bei Infektion
Überlebensdauer	11 Jahre 2 Monate
Besonderheiten	Keine

Patient 23	Männl., *11.02.1926, 58 J. bei OP
Ätiologie	Girdlestone-Situation bei Z. n. TEP-Wechsel
Risikofaktoren	Kontralaterale Hüft-TEP, Adipositas
Operation	07.02.1985, rechts, homologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine bekannt
Wechseloperation	03.08.1999 bei aseptischer Lockerung der Pfanne
Überlebensdauer	14 Jahre 5 Monate
Besonderheiten	Keine

Patient 24	Weibl., *28.09.1924, 71 J. bei OP
Ätiologie	Aseptische Lockerung bei Z. n. TEP-Wechsel
Risikofaktoren	Kontralaterale Hüft-TEP, Herz-/Kreislaufstörungen, sonstiges
Operation	24.04.1996, links, homologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	04.02.1999 Girdlestone-OP bei infizierter TEP
Überlebensdauer	2 Jahre 9 Monate
Besonderheiten	Keine

Patient 25	Weibl., *25.08.1922, 76 J. bei OP
Ätiologie	Aseptische Lockerung bei Z. n. TEP
Risikofaktoren	Herz-/Kreislaufstörungen, rez. Thrombophlebitiden
Operation	09.12.1998, links, homologes Transplantat
Frühkomplikationen	Keine
Wechseloperation	Juni 2003 bei Implantatbruch
Überlebensdauer	4 Jahre 6 Monate
Besonderheiten	4. Endoprothese in 1998

Follow-Up-Bogen**Hüftstudie
Follow-Up****1. Patientenstammdaten**

Name
 Vorname
 Geburtsdatum
 PID-Nr.
 Strasse
 Ort

 Hausarzt
 Strasse
 Ort

2. Follow-Up

Untersuchungsdatum

Kein Follow-Up (Grund)

Schlechter Allgemeinzustand	<input type="checkbox"/>	Tod des Patienten	<input type="checkbox"/>
Weit entfernter Wohnort	<input type="checkbox"/>	Reoperation (wenn ja wo)	<input type="checkbox"/>
Wohnort unbekannt	<input type="checkbox"/>	Sonstiger	<input type="checkbox"/>
Mangelnde Kooperation	<input type="checkbox"/>		

Zwischenzeitliche**Hospitalisation**

Nein	<input type="checkbox"/>	Ja, wegen Hüfte (wenn ja wo)	<input type="checkbox"/>
Ja, kein OP-Zusammenhang	<input type="checkbox"/>		

TEP-Revision in Folge

Infektion	<input type="checkbox"/>	Trauma	<input type="checkbox"/>
Aseptische Lockerung Schaft	<input type="checkbox"/>	Implantatbruch	<input type="checkbox"/>
Aseptische Lockerung Pfanne	<input type="checkbox"/>	Sonstiges	<input type="checkbox"/>
Aseptische Lockerung beides	<input type="checkbox"/>		

Komplikationen

Keine	<input type="checkbox"/>	Ektopische Verknöcherung	<input type="checkbox"/>
Luxation, geschl. Reposition	<input type="checkbox"/>	Sonstige	<input type="checkbox"/>
Luxation, offene Reposition	<input type="checkbox"/>		

Behinderung der**Gelenkfunktion durch**

Keine Behinderung	<input type="checkbox"/>	Fußgelenke	<input type="checkbox"/>
Operierte Hüfte	<input type="checkbox"/>	Wirbelsäule	<input type="checkbox"/>
Kontralaterale Hüfte	<input type="checkbox"/>	Obere Extremitäten	<input type="checkbox"/>
Knie ipsilateral	<input type="checkbox"/>	Interne Erkrankung	<input type="checkbox"/>
Knie kontralateral	<input type="checkbox"/>	Sonstige	

Hüftschmerzen

(Merle d'Aubigné)

- 0 = Sehr schwer und dauernd ☐
- 1 = Schwer, sogar nachts ☐
- 2 = Schwer, verhindert jegliche Aktivität ☐
- 3 = Schwer, aber Aktivität möglich ☐
- 4 = Leicht nach längerer Aktivität, verschwindet
in Ruhe ☐
- 5 = Leicht oder intermittierend ☐
- 6 = Keine ☐

Gang (Merle d'Aubigné)

- 0 = Unmöglich ☐
- 1 = Nur mit Krücken ☐
- 2 = Nur mit Stöcken ☐
- 3 = Unter 1 Stunde mit 1 Stock ☐
- 4 = Lange Strecken mit 1 Stock ☐
- 5 = Kein Stock, aber Hinken ☐
- 6 = Normal ☐

Beweglichkeit

(Merle d'Aubigné)

- 0 = Flexion = 0, Versteifung und Deformität ☐
- 1 = Flexion = 0, geringe Deformität ☐
- 2 = Flexion < 40° ☐
- 3 = Flexion 40 – 60° ☐
- 4 = Flexion 60 – 80° ☐
- 5 = Flexion 80 – 90°, Abduktion mindestens
15° ☐
- 6 = Flexion > 90°, Abduktion bis 30° ☐

	rechts			
Flexion	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Extension
Innenrotation	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Außenrotation
Abduktion	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Adduktion

	links			
Flexion	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Extension
Innenrotation	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Außenrotation
Abduktion	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Adduktion

Gesamtscore

(Merle d'Aubigné)

Beinlängendifferenz

- Keine ☐ Kontralateral kürzer ☐
- Ipsilateral kürzer ☐

Fragebogen (bitte Zutreffendes unterstreichen)

1. Wurde die Hüftpfanne gewechselt? ja / nein
- 1.1 Wenn ja – wann ?
- 1.2 Und warum ?

2. Haben Sie in der operierten Hüfte Schmerzen
 - keine
 - leichte
 - mittel
 - starke
3. Nutzen Sie einen Gehstock ? ja / nein
4. Wie lange können Sie noch laufen
 - unter 100 m
 - 100 – 500 m
 - 500 – 1 km
 - mehr als 1 km
5. Traten nach der Operation Komplikationen auf?
 Thrombose, Infektion, Ausrenkung der Hüfte, Nervenverletzung, etc.

Wenn Sie möchten, schreiben Sie bitte auch einen persönlichen
 Kommentar oder eine Anmerkung - Vielen Dank für Ihre Mitarbeit

Abbildungsnachweis

Abbildungen 1 bis 5: Debrunner, A.M.: Orthopädie: Die Störungen des Bewegungsapparates in Klinik und Praxis; Huber, 1988.

Abbildungen 6 bis 8: Mit DiagnostiX bearbeitete Röntgenbilder der untersuchten Patienten aus der Klinik für Orthopädie der Universität Marburg

Abbildung 9: DeLee, J.G. and Charnley, J.: Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. Clin.Orthop. 121:20-32, 1976.

Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrer in Marburg waren die Damen und Herren:

Arnold, Bach, Barth, Basler, Baum, Becker, Christiansen, Daut, Eilers, Gotzen, Griss, Gundermann, Happle, Hellinger, Hesse, Heuser, Hofmann, Jungclas, Kern, Klenk, Koolmann, Krieg, Kroll, Lang, Moll, Mutters, Oertel, Remschmidt, Renz, Schäfer, Schmidt, Steiniger, Voigt, Wagner, Westermann, Wulf.

Meine akademischen Lehrer in Wilhelmshaven waren die Herren:

Heisel, Herzog, Krohn, Rittstieg, Saddekni, Schlemminger, Skupin, Turner.

Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei PD Dr. Boudriot für die Bereitstellung des Themas und ganz besonders für die immer freundliche und geduldige Betreuung bedanken.

Herrn Scherag, Institut für medizinische Biometrie und Epidemiologie Marburg, danke ich für die hilfreichen Anmerkungen bei der statistischen Datenerhebung und –auswertung.

Bei Herrn Winter möchte ich mich für die immer schnelle Unterstützung in EDV-Fragen bedanken.

Emese Schönfeld gilt mein besonderer Dank für die stilistischen Hinweise.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir das Studium der Medizin ermöglicht haben.